

University of Groningen

Informatica in de bovenbouw havo/vwo

Tolboom, Jos; Krüger, Jenneke; Grgurina, Natasa

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

2014

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Tolboom, J., Krüger, J., & Grgurina, N. (2014). *Informatica in de bovenbouw havo/vwo: naar aantrekkelijk en actueel onderwijs in informatica*. SLO.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

A photograph of students in a computer lab. In the foreground, two young women with long blonde hair are looking at a computer monitor. The woman on the left is wearing a red top, and the woman on the right is wearing a grey top. In the background, other students are visible, some working on computers. The image is slightly blurred, focusing on the students in the foreground.

● Informatica in de ● bovenbouw havo/vwo

Naar aantrekkelijk en actueel onderwijs in informatica

SLO • nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling

slo



Informatica in de bovenbouw havo/vwo

Naar aantrekkelijk en actueel onderwijs in informatica

April 2014

slo

nationaal
expertisecentrum
leerplan-
ontwikkeling

Verantwoording



2014 SLO (nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling), Enschede

Mits de bron wordt vermeld, is het toegestaan zonder voorafgaande toestemming van de uitgever deze uitgave geheel of gedeeltelijk te kopiëren en/of verspreiden en om afgeleid materiaal te maken dat op deze uitgave is gebaseerd.

Auteurs: Jos Tolboom, Jenneke Krüger, Nataša Grgurina

Met bijdragen van: Petra Fisser, Marco Zocca en Elvira Folmer

Informatie

SLO

Afdeling: tweede fase

Postbus 2041, 7500 CA Enschede

Telefoon (053) 4840 661

Internet: www.slo.nl

E-mail: tweedefase@slo.nl

AN: 3.7115.595

Inhoud

Voorwoord	5
Samenvatting	7
1. Inleiding	9
1.1 Aanleiding tot het onderzoek	9
1.2 Onderzoeksvragen	9
2. Methode van onderzoek	11
2.1 Literatuuronderzoek	11
2.2 Docentenenquête	11
2.3 Interviews met docenten	12
2.4 Raadpleging van deskundigen	12
3. Resultaten	13
3.1 Literatuuronderzoek	13
3.2 Docentenenquête	16
3.3 Interviews met docenten	20
3.4 Raadpleging van deskundigen	26
4. De onderzoeksresultaten vanuit leerplankundig perspectief	29
4.1 De positie van informatica binnen het schoolleerplan	29
4.2 Docenten - kenmerken	30
4.3 De beoogde leerlingenpopulatie	30
4.4 Het examenprogramma	31
4.5 Vakinhoud	32
4.6 Leermiddelen	33
4.7 Toetsing	33
4.8 Externe partijen	34
5. Conclusies	35
5.1 Beantwoording onderzoeksvragen	35
5.2 Keuzes, adviezen en knelpunten voor informatica	36
Literatuur	41
Bijlage 1 Examenprogramma informatica havo-vwo	43
Bijlage 2 Format enquête	47
Bijlage 3 Figuren en tabellen	55
Bijlage 4 Format interview	61
Bijlage 5 Analyse van PTA's	63

Voorwoord

Dit rapport is opgesteld in opdracht van het ministerie van OCW. Het doel is adviezen te formuleren met betrekking tot de herinrichting van het vak informatica in de bovenbouw van het havo en vwo, zodat het vak actueler en aantrekkelijker wordt voor leerlingen en kan blijven aansluiten bij wetenschappelijke en maatschappelijke vernieuwingen.

Het rapport bevat informatie, afkomstig uit een literatuurstudie, een landelijke enquête onder informaticadocenten, interviews met informaticadocenten en een raadpleging van informaticadeskundigen binnen en buiten het voortgezet onderwijs.

Aan het kwantitatieve onderzoek onder docenten informatica, waarvan in dit conceptrapport sprake is, hebben naast de auteurs andere mensen een belangrijke bijdrage geleverd. We zijn hen daarvoor zeer erkentelijk.

Vanuit SLO waren diverse collega's betrokken bij dit onderzoek en de totstandkoming van het advies.

Prof. dr. Erik Barendsen (Radboud Universiteit) werkte mee aan de analyse van de open vragen en stelde de uiteindelijke categoriseringsschema's op voor toe te voegen onderwerpen, inclusief Contexten en Algemeen.

Dr. Jos Tolboom, SLO

Drs. Jenneke Krüger, Curriculumnet

Nataša Grgurina, dipl. ing., RUG

Samenvatting

Het ministerie van OCW heeft SLO gevraagd te onderzoeken of het nodig is het examenprogramma van het vak informatica in de bovenbouw van havo en vwo te herzien. Dit naar aanleiding van de adviezen uit het rapport Digitale geletterdheid van de KNAW.

In het onderzoek stond de volgende vraagstelling centraal:

- Wat is er nodig om bij het vak informatica in de bovenbouw van havo en vwo een actueel en aantrekkelijk onderwijsprogramma te realiseren?
- Als daarvoor een aanpassing van het examenprogramma noodzakelijk is, hoe omvangrijk moet die aanpassing dan zijn?

Op basis van het uitgevoerde onderzoek komen we tot de volgende conclusie:

Gezien de dynamiek van het vakgebied, de wens tot meer duidelijkheid in het examenprogramma, de wens tot duidelijke mogelijkheden voor differentiatie en het gegeven dat een deel van het examenprogramma in de huidige praktijk niet lijkt te worden uitgevoerd, is herziening van het examenprogramma gewenst.

We formuleren een hieronder een drietal adviezen aan het ministerie van OCW als kader voor de gewenste impuls. De uitvoering van de adviezen kan in onze optiek het beste wachten totdat duidelijk is wat eventueel in de onderbouw voortaan aanzien van digitale geletterdheid gaat gebeuren. Het tweede fasevak informatica zal daarbij moeten aansluiten.

Daarnaast formuleren we knelpunten die niet het examenprogramma betreffen, maar die wel essentieel zijn voor een goede implementatie ervan. Als er onvoldoende aandacht voor het oplossen van deze knelpunten is, zullen de veranderingen in het examenprogramma naar alle waarschijnlijkheid lastig in de onderwijspraktijk geëffectueerd kunnen worden.

Advies 1

Geef opdracht tot herziening van het examenprogramma informatica. Dat examenprogramma moet gericht zijn op een brede doelgroep, met voldoende differentiatiemogelijkheden om leerlingen in havo en vwo, in elk van de vier profielen, actueel en aantrekkelijk onderwijs te bieden.

Advies 2

Geef opdracht tot het ontwerpen van examenprogramma's voor havo en vwo, met een beperkt aantal verplichte eindtermen voor alle leerlingen en een aantal eindtermen waaruit een keuze gemaakt moet worden, volgens bepaalde voorschriften. Dat geeft de mogelijkheid op het einddiploma te vermelden welke specialisatie de leerling gevolgd heeft.

Advies 3

Behoud het karakter van schoolexamenvak.

Naast deze adviezen die gericht zijn op het examenprogramma formuleren we een aantal knelpunten in de verdere infrastructuur van het vak informatica. Om de kwaliteit, actualiteit en aantrekkelijkheid van het vak te waarborgen, zullen deze knelpunten moeten worden opgelost. Uit ons onderzoek komt naar voren dat als deze knelpunten niet worden opgelost, het vak informatica waarschijnlijk niet zal overleven.

Knelpunt 1: De kwaliteit van de schoolexamens.

Initiatieven om schoolexamens van kwaliteitscriteria, liefst met landelijk draagvlak, te voorzien zullen voor het vak richtinggevend zijn. Wanneer docenten goed betrokken worden bij deze initiatieven, zal daarvan ook een professionaliseringsimpuls uitgaan.

Knelpunt 2: De ontwikkeling van modulair lesmateriaal.

Ontwikkeling van modulair lesmateriaal is noodzakelijk om in te kunnen spelen op de snelle veranderingen in het vakgebied en om het gedifferentieerde examenprogramma te kunnen uitvoeren.

Knelpunt 3: De bijscholing van leraren.

Intensieve bijscholing van leraren is noodzakelijk voor een kwalitatief goede uitvoering van het examenprogramma. Die bijscholing zou plaats kunnen vinden in regionale netwerken, waarin hbo, wo en bedrijfsleven een rol hebben, bijvoorbeeld via de regionale vaksteunpunten.

Knelpunt 4: De opleiding van voldoende bevoegde en bekwame nieuwe docenten.

Dit kan bevorderd worden door samenwerking van hbo en wo, waarbij het wenselijk is dat de eerstegraads opleidingen flexibeler worden en meer gericht op de vraag van potentiële studenten.

1. Inleiding

Informatica is sinds de invoering van de Tweede Fase (1998) een keuzevak in de bovenbouw van havo en vwo. Sinds 2007 is het tevens een profielkeuzevak voor het profiel natuur en techniek (Inrichtingsbesluit vwo)¹. Informatica wordt aangeboden op ongeveer 55% procent van de scholen (havo: 274/501, vwo 281/513) en gevolgd door pakweg 12% van de leerlingen (havo 11,1%, vwo 11,9%)². Er zijn naar schatting 300 docenten actief. Het vak wordt afgesloten met een schoolexamen (SE) en kent dus geen centraal examen (CE).

Door de positie van informatica als (profiel)keuzevak is het aantal leerlingen dat het vak volgt beperkt. De meeste scholen waar informatica aangeboden wordt, hebben één informaticadocent. Diens positie op school is dus vaak solitair en bijna altijd een deeltijdfunctie. Over de opzet van het vak wordt al langere tijd gediscussieerd. Actualisering van het curriculum, een duidelijker onderscheid tussen havo en vwo en mogelijke differentiatie naar profiel zijn enkele voorbeelden uit die discussie.

Om de ontwikkeling rondom het vak informatica te bespoedigen is in 2012 vanuit het veld het initiatief Informatica 2.0 (i&i, 2012) ontstaan.

1.1 Aanleiding tot het onderzoek

Het examenprogramma informatica voor havo en vwo is sinds de invoering in 1998 inhoudelijk niet echt veranderd. In 2007 is het aantal uren uitgebreid van 240 uur naar 320 uur in havo en van 280 uur naar 440 uur in vwo. Tegelijkertijd is de beschrijving in 53 gedetailleerde eindtermen teruggebracht naar 18 globale eindtermen, waardoor de ruimte voor scholen voor de uitvoering van het onderwijs vergroot werd.

In voornoemd jaar 2007 publiceerde SLO het laatste vakdossier informatica (Schmidt, 2007). Daarin wordt een aantal zorgpunten voor het vak (Schmidt, 2007, p. 51) geformuleerd:

“Deze zorgen betreffen vooral de vergrijzing van de docentenpopulatie in combinatie met de (nog) geringe deelname aan de eerstegraads lerarenopleidingen, de continuïteit van enkele elementen uit de vakinfrastructuur en van onderwijsontwikkeling, de aansluiting van informatica met de vervolgopleidingen, de doorontwikkeling van het vak en de nascholingsmogelijkheden van docenten.”

Deze punten zijn nog steeds actueel. Onder andere deze zorgen bracht de Koninklijke Academie van Wetenschappen ertoe een commissie te benoemen die onder meer de situatie van het vak informatica moest onderzoeken. Het rapport van deze commissie (Lenstra et al., 2012) was de directe aanleiding voor de opdracht van het ministerie van OCW aan SLO om de situatie van het vak informatica te onderzoeken.

1.2 Onderzoeksvragen

Het doel van het onderzoek is de mogelijkheden te verkennen om het curriculum van het vak informatica, uitgaande van het huidige examenprogramma, zo aan te passen dat het vak kan

¹ Zie http://wetten.overheid.nl/BWBR0005946/geldigheidsdatum_18-03-2014

² Dienst Uitvoering Onderwijs, DUO, 2011-2012

blijven aansluiten bij recente en komende ontwikkelingen in informatica en digitalisering en tevens aantrekkelijk en actueel wordt voor een brede groep leerlingen.

De onderzoeksvragen luiden als volgt:

- Wat is er nodig om bij het vak informatica in de bovenbouw van havo en vwo een actueel en aantrekkelijk onderwijsprogramma te realiseren?
- Als daarvoor een aanpassing van het examenprogramma noodzakelijk is, hoe omvangrijk moet die aanpassing dan zijn?

Het onderzoek heeft betrekking op het beoogde en het uitgevoerde curriculum. Het examenprogramma maakt deel uit van het beoogde curriculum. Tot het uitgevoerde curriculum behoren in dit onderzoek de interpretatie door docenten, het uitgevoerde onderwijs zoals gerapporteerd door docenten en de leermiddelen. Enkele kenmerken van de docenten, zoals opleiding en het aantal jaren onderrichtservaring, zijn in het onderzoek betrokken.

2. Methode van onderzoek

Het onderzoek omvat vier deelonderzoeken:

1. literatuuronderzoek;
2. enquête onder docenten informatica in havo en vwo;
3. interviews met enkele individuele docenten;
4. raadpleging van deskundigen over het conceptadvies.

De voorlopige resultaten en enkele scenario's, op basis van die resultaten, zijn ter discussie voorgelegd aan een groep deskundigen tijdens een bijeenkomst in Utrecht op 12 maart 2014. Deze bijeenkomst is op video opgenomen, de inbreng van de deskundigen is geanalyseerd en waar nodig en mogelijk gehonoreerd in de definitieve versie van dit rapport.

2.1 Literatuuronderzoek

Om een beeld te krijgen van relevante nationale en internationale ontwikkelingen in het informaticaonderwijs is een compacte literatuurstudie uitgevoerd. Wij hebben er om pragmatische redenen voor gekozen een aantal gezaghebbende rapporten over informaticaonderwijs als uitgangspunt te nemen en experts te bevragen naar relevant onderzoek. De resultaten hiervan worden in paragraaf 3.1 gepresenteerd.

2.2 Docentenenquête

Bij het uitzetten van de digitale enquête is getracht zoveel mogelijk docenten informatica te bereiken. Dat is gerealiseerd door middel van berichtgeving aan alle scholen waar een of meer leerlingen aan het examen informatica hadden meegedaan in 2011-2012. De sectievoorzitters informatica van die scholen kregen per brief en digitaal een uitnodiging om de enquête in te vullen, inclusief de vraag de uitnodiging door te geven aan de leden van hun sectie. Tevens is een uitnodiging om mee te doen aan de enquête verspreid via de digitale nieuwsbrief van het webplatform *informaticavo*³.

Een conceptenquête is opgesteld door de onderzoeksgroep en vervolgens als pilot digitaal beschikbaar gesteld aan tien docenten die zich bereid hadden verklaard aan die pilot mee te doen. Op basis van de reacties van deze docenten is de vragenlijst op enkele details aangepast. De enquête werd gedurende twee weken opengesteld voor deelname, van 29 oktober tot 12 november 2013.

Om deelname te bevorderen en deelnemers te stimuleren de enquête volledig in te vullen, is ernaar gestreefd het aantal items te beperken. De definitieve enquête bevatte 32 items, iets meer dan de pilot-enquête bevatte. (Zie bijlage 2, Format enquête).

Deelnemers konden ervoor kiezen de enquête anoniem in te vullen. Ze konden tevens aangeven of ze benaderd mochten worden voor vervolgvragen.

De enquête bevatte vragen over kenmerken van de docent, kenmerken van de school met betrekking tot het vak informatica, over leermiddelen en samenwerking, over het examenprogramma en over het rapport van de KNAW (Lenstra et al., 2012).

³ Zie <http://www.informaticavo.nl>, de de facto standaardcommunity voor het vak informatica in het voortgezet onderwijs.

Het merendeel van de items bestond uit gesloten vragen, waarbij een of meer keuzes konden worden aangevinkt of een getal werd gevraagd. Enkele van deze items bood als optie de mogelijkheid een meer open antwoord te geven; als een antwoordkeuze bestond uit 'Anders' werd gevraagd dat antwoord toe te lichten. Er waren vier geheel open vragen, waarbij een antwoord door de deelnemer zelf geformuleerd moest worden. Dit waren twee vragen met betrekking tot gewenste wijzigingen in het examenprogramma en twee vragen naar aanleiding van het KNAW-rapport.

De gesloten vragen zijn waar relevant verwerkt met behulp van SPSS.

De antwoorden op drie van de vier geheel open vragen zijn als volgt behandeld.

Drie onderzoekers hebben onafhankelijk van elkaar de antwoorden per vraag in categorieën ingedeeld. Vervolgens zijn de categorisering per vraag naast elkaar gelegd en kwam men in gezamenlijk overleg tot consensus over de te gebruiken categorieën. De verdeling van antwoorden over de categorieën is voor elke vraag door twee nieuwe onderzoekers beoordeeld. De vierde vraag had betrekking op kennis over en voorkomen van 'computational thinking' (Wing, 2006) in het uitgevoerde onderwijs. De antwoorden leenden zich niet voor categorisering. Deze reacties vormen mogelijk een basis voor verder onderzoek.

2.3 Interviews met docenten

In de enquête is de docenten gevraagd of zij in principe zouden willen deelnemen aan de interviews. Uit de respondenten die positief hebben gereageerd, zijn er vervolgens zes geselecteerd. De gesprekken met hen verliepen volgens een semigestructureerd format (Cohen, Manion, & Morrison, 2007). De zes geïnterviewde docenten hebben daarnaast hun huidige PTA⁴ ingeleverd.

Voor wat betreft opname in de steekproef hanteerden wij de volgende selectiecriteria:

- Opleiding: CODI (Dirks & Tolboom, 2000) of educatieve master informatica. Hoewel een onbevoegde informaticadocent zeker niet uitzonderlijk is in de praktijk van het voortgezet onderwijs, hebben wij ervoor gekozen geen onbevoegden in onze steekproef op te nemen. Wij staan op het standpunt dat er eisen aan informaticadocenten moeten worden gesteld. De kwaliteit van de beroepsgroep is essentieel. Een formele bevoegdheid is in onze ogen een bijna noodzakelijke (zij het uiteraard een niet voldoende) voorwaarde voor deze kwaliteit.
- Het aantal jaren ervaring als informaticadocent.
- Gender. Onderzoek wijst uit dat er in veel westerse landen een groot potentieel aan vrouwelijk ICT-talent onderbenut blijft (Singh, Allen, Scheckler, & Darlington, 2007). Vanuit de veronderstelling dat vrouwelijke docenten belangrijk zijn in het aanmoedigen van vrouwelijk talent, hebben wij ervoor gekozen van de zes uitnodigingen voor de interviews er twee naar vrouwelijke docenten te sturen.

2.4 Raadpleging van deskundigen

Op 12 maart 2014 zijn een veertigtal deskundigen uit het brede veld van informatica uitgenodigd voor een deskundigenraadpleging. Een week van tevoren ontvingen ze een conceptversie van dit rapport.

Er zijn uitnodigingen gestuurd naar deskundigen uit vo, hbo, wo, de vakvereniging i&i, de KNAW, de stichting NIOC, de stichting VHTO, de Onderwijsraad, het platform Bèta-Techniek, uitgeverijen en de brancheorganisatie ICT-Nederland.

⁴ Plan van Toetsing en Afsluiting, het programma voor het schoolexamen.

3. Resultaten

In dit hoofdstuk geven we de informatie die uit de deelonderzoeken is voortgekomen. Paragraaf 3.4 geeft een overzicht van de uitkomsten van de bijeenkomst met deskundigen.

3.1 Literatuuronderzoek

In het afgelopen decennium is er nationaal en internationaal het nodige gepubliceerd over het belang van het vak informatica in het voortgezet onderwijs. De voor dit onderzoek meest relevante resultaten zijn in deze paragraaf samengevat.

Relevant voor dit onderzoek is de constatering dat er in de westerse wereld consensus lijkt te bestaan over de economische noodzaak om het onderwijssysteem opnieuw tegen het licht van maatschappelijke ontwikkelingen te houden. Frey en Osborn (2013) wijzen erop dat digitalisering de komende 30 jaar 47% van de werkgelegenheid in de Verenigde Staten bedreigt. Veel taken die nu door menselijke werknemers worden verricht, zullen worden overgenomen door ICT. Die ICT moet wel worden ontworpen, geïmplementeerd, getest, onderhouden en gebruikt. Dat vereist andere kennis en vaardigheden van toekomstige werknemers. De Association for Computing Machinery (ACM⁵) voorspelt dat 50% van de banen in de Verenigde Staten op het gebied van natuurwetenschap, technologie en wiskunde in 2020 in de ICT zal zijn (Kaczmarczyk & Doplick, 2014).

Zowel in het Nederlandse (Lenstra et al., 2012), als in het bredere Europese (Gander et al., 2013) en Amerikaanse perspectief (Kaczmarczyk & Doplick, 2014) pleiten informatici, informaticadidactici en onderwijsdeskundigen ervoor op het onderwijs zodanig aan te passen dat leerlingen en studenten worden voorbereid op een maatschappij en een beroep waarin ICT volledig vervlochten is.

Een dergelijk perspectief heeft gevolgen voor het onderwijs in brede zin: de rol van ICT in de afzonderlijke vakdisciplines zal moeten worden gearticuleerd. ICT als object van studie, het vak informatica dus, moet hiermee echter wel in de pas blijven lopen. Immers, zonder voldoende kennis van informatica houdt de ontwikkeling van ICT snel op.

Als we kijken naar de Nederlandse situatie, welke opmerkingen en aanbevelingen zijn dan het meest relevant uit de rapporten van de KNAW (Lenstra et al., 2012), de ACM (Kaczmarczyk & Doplick, 2014) en de ACM/IEEE (Gander et al., 2013)?

Het Nederlandse KNAW-rapport (Lenstra et al., 2012) laat zich op de pagina's 36-38 expliciet uit over hoe de commissie denkt dat de aard van het vak zou moeten zijn:

"Het nieuwe vak Informatica is echter geen bètavak. Het is een verbindend vak dat leerlingen van alle profielen aanspreekt. Het bestaat uit een breed spectrum van modules, variërend van fundamentele tot toegepaste onderwerpen en deels ontwikkeld in samenwerking met andere disciplines, zoals geschiedenis, aardrijkskunde, maatschappijleer, economie, wiskunde, natuurkunde en levenswetenschappen."

De commissie spreekt zich daarnaast uit voor een modulaire opzet en geeft per profiel zelfs een voorbeeld van een module die recht zou doen aan de aard van de wetenschappelijke discipline

⁵ Zie <http://www.acm.org/>

informatica zowel als aan de aard van het profiel (Cultuur en Maatschappij, Economie en Maatschappij, Natuur en Gezondheid, Natuur en Techniek).

Daarnaast doet de KNAW-commissie nog de volgende aanbevelingen:

1. Voer een nieuw verplicht vak Informatie & communicatie I&C voor de onderbouw van havo en vwo in. Dit dient een breed en compact inleidend vak te zijn dat de essentiële aspecten van digitale geletterdheid tot onderwerp heeft.
2. Voer een grondige vernieuwing van het keuzevak Informatica voor de bovenbouw van havo en vwo door. Het vak dient door een flexibele en modulaire opzet actueel te blijven en leerlingen van alle profielen aan te spreken.
3. Stimuleer de interactie tussen deze vakken en de andere schoolvakken.
4. Geef prioriteit aan de opleiding van een nieuwe generatie docenten met nieuwe vaardigheden en attitudes. Draag het hbo en de universiteiten op hierbij samen te werken.

De KNAW pleit er daarbij voor de domeinen A (Informatica in perspectief) en B (Basisbegrippen en vaardigheden) van het huidige examenprogramma informatica havo-vwo aan het nieuwe verplichte onderbouwwak I&C toe te wijzen. Dat is niet alleen een interessante gedachte, maar laat tevens zien dat onze onderzoeksvragen niet goed te beantwoorden zijn in het isolement van één vak (informatica) in de tweede fase van havo-vwo. Ook andere recente internationale rapporten (Gander et al., 2013; Guerra, Kuhnt, & Blöchliger, 2012; Kaczmarczyk & Dopplück, 2014) wijzen op de verwevenheid van informatica, digitale geletterdheid, ICT-gebruik in de andere vakken en computational thinking (Papert, 1996; Wing, 2006).

Het rapport dat de Europese afdeling van ACM samen met Informatics Europe⁶ (de vereniging van Europese informaticainstituten en onderzoekslaboratoria) heeft uitgegeven (Gander et al., 2013), levert als belangrijkste en voor dit onderzoek meest relevante conclusies:

1. Alle leerlingen moeten kunnen profiteren van het onderwijs in de digitale geletterdheid, startend op jonge leeftijd tot zij rond de leeftijd van 12 jaar de basisbegrippen beheersen. Onderwijs in digitale geletterdheid zou niet alleen digitale vaardigheden moeten benadrukken, maar ook de principes en praktijken van het effectieve en ethische gebruik ervan.
2. Alle leerlingen moeten kunnen profiteren van onderwijs in informatica als een zelfstandige wetenschappelijke discipline. Hierin moeten zowel de intrinsieke wetenschappelijke waarde van informatica als de waarde van de toepassing ervan in andere vakgebieden duidelijk naar voren komen.
3. Een grootschalig professionaliseringstraject voor docenten moet met spoed worden begonnen. Om het proces op de korte termijn te bespoedigen, moeten creatieve oplossingen worden ontwikkeld waarbij leraren gekoppeld worden aan deskundigen uit de academische wereld en de industrie.
4. Het vaststellen van informaticacurricula zou moeten berusten op de aanzienlijke hoeveelheid werk die internationaal op dit gebied is gedaan en op de specifieke aanbevelingen van dit rapport.

Het ACM rapport (Kaczmarczyk & Dopplück, 2014) stelt dat elke staat in de VS een aantal maatregelen moet treffen. Een aantal daarvan is ook voor de Nederlandse situatie relevant dan wel interessant:

- Schrijf een plan voor de ontwikkeling van informaticaonderwijs en de beroepsbevolking. Hierin moet informaticaonderwijs worden opgenomen voor het basis- en voortgezet onderwijs. Beleid, projecten en middelen moeten in overeenstemming worden gebracht om het plan te ondersteunen.

⁶ Zie <http://www.informatics-europe.org>.

- Zorg dat alle leerlingen toegang hebben tot een gedegen informaticaopleiding in het voortgezet onderwijs en worden aangemoedigd die te voltooien.
- Moedig met name meisjes en ondervertegenwoordigde groepen aan om deel te nemen aan het informaticaonderwijs.
- Zorg dat gedegen informaticaonderwijs in het voortgezet onderwijs meetelt in een slaag-/zakregeling in dat deel van het voortgezet onderwijs dat zich richt op een vervolgstudie in informatica, wiskunde of natuurwetenschappen.
- Ontwikkel een duidelijk informaticacurriculum dat is gebaseerd op de CSTA K-12 Computer Science Standards⁷ en zorg dat duidelijke, relevante en haalbare eisen worden geformuleerd voor de certificering van informaticadocenten.
- Bied informaticaonderwijs aan op alle niveaus van het voortgezet onderwijs.
- Zorg dat het hoger onderwijs vrijstellingen verleent voor een met goed gevolg doorlopen informaticacurriculum in het voortgezet onderwijs⁸.

Opvallend is dat geen van deze rapporten zich heel expliciet uitspreekt over het exacte curriculum voor informatica. Het gaat er in al deze publicaties om de urgentie van actualiteit, moderniteit en aantrekkelijkheid te benadrukken. Dat geldt ook voor het rapport 'Shut down or restart' dat The Royal Society publiceerde (Furber, 2012) over de situatie in het informaticaonderwijs in het Verenigd Koninkrijk (UK). Dat deze urgentie ook door beleidsmakers in de UK werd ervaren, zou afgeleid kunnen worden uit het feit dat het nationale curriculum van de UK het vak informatica sinds januari 2014, exact twee jaar na publicatie van het rapport van de Royal Society, bevat vanaf de primary school⁹.

Tot slot nog enkele feiten over de Nederlandse situatie. Saeli, Perrenet, Jochems en Zwaneveld (2012) rapporteren over de resultaten van een enquête over de pedagogical content knowledge (PCK) (Schulman, 1986) van docenten informatica met betrekking tot programmeren. Zij schatten de PCK in als tussen 'laag' en 'gemiddeld'. Dat zou een aanwijzing kunnen zijn voor de noodzaak tot scholing van Nederlandse docenten informatica in het algemeen. Van Diepen, Perrenet en Zwaneveld (2011) vervolgen de discussie die is gestart door Grgurina en Tolboom (2007; 2008) over de richting die het Nederlandse informaticaonderwijs zou kunnen of zelfs zou moeten inslaan. Zij ondervragen daarvoor belanghebbenden en concluderen dat dezen een informaticacurriculum in twee delen wenselijk achten: een verplicht deel voor alle leerlingen en een vervolgdeel dat voorbereidt op een informaticastudie in het hoger onderwijs. Zwaneveld, Perrenet en Van Diepen (2010) onderbouwen deze conclusie met een aantal argumenten.

Conclusie

In de westerse wereld is de afgelopen jaren door informatici, informaticadidactici en onderwijsdeskundigen consequent gewezen op de noodzaak van een duidelijk aanwezig vak informatica in het voortgezet onderwijs. Men zou dat 'preken voor eigen parochie' kunnen noemen als er ook niet door economen zou worden gewezen op het belang van een dergelijk vak, vanuit het oogpunt van de slagkracht van de beroepsbevolking. Bovendien publiceert geen enkele beroepsgemeenschap zo veel rapporten die betogen dat de positie van het schoolvak aanzienlijk moet worden verstevigd.

⁷ Zie <https://csta.acm.org/Curriculum/sub/K12Standards.html>. CSTA staat voor Computer Science Teacher Association, de Amerikaanse beroepsvereniging voor informaticadocenten.

⁸ In de VS kunnen high school-leerlingen door middel van advanced placement cursussen studiepunten voor studies in het hoger onderwijs verdienen. Zie http://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_Placement.

⁹ Computing at School; the New Curriculum, zie <http://www.computingschool.org.uk/index.php?id=natcurr>.

In de internationale rapporten worden geen gespecificeerde voorstellen gedaan voor de inrichting van het curriculum. Er is internationaal wel overeenstemming over de volgende punten:

- Het vak informatica moet zowel breed zijn als een goed beeld geven van de studie informatica in het hoger onderwijs.
- Differentiatie van het curriculum per doelgroep in het voortgezet onderwijs lijkt raadzaam.
- Er moet worden geïnvesteerd in de versteviging van de gemeenschap rondom het informaticaonderwijs, te beginnen bij een infrastructuur voor de scholing van docenten.

In het Verenigd Koninkrijk is door invoering van Computing at School in 2014 inmiddels al een ambitieuze stap gezet.

3.2 Docentenenquête

In totaal hebben 178 docenten van 169 scholen de vragenlijst ingevuld. Dat is een percentage van ongeveer 59% van de totale populatie. Uitgaande van de standaardberekening voor de steekproefgrootte zou een aantal van 169 respondenten al een betrouwbaarheid van 95% hebben opgeleverd. De uitkomsten van de enquête zijn dus representatief voor de populatie te noemen. Wij interpreteren de hoge opkomst als een teken dat docenten de urgentie van de situatie ervaren. Van de respondenten was 11% vrouw. In bijlage 3, Figuren en Tabellen zijn meer gedetailleerde gegevens opgenomen.

Docenten, scholen en uitvoering

Zie bijlage 3, Figuren en Tabellen, de figuren 1–3 en de tabellen 1 – 6.

De docenten

De docenten is gevraagd naar het aantal jaren onderrichtservaring (het aantal jaren dat een docent informatica gegeven heeft, inclusief een eventuele stage), de relevante vooropleiding, bijscholing, les geven in meerdere vakken en het aantal scholen waarop men les geeft. Meer dan 60% van de respondenten gaf meer dan zes jaar les. Ongeveer 15% gaf drie jaar of minder les. Wat betreft relevante vooropleiding gaf iets meer dan 50% van de respondenten aan een CODI¹⁰ vooropleiding te hebben gevolgd. Een universitaire lerarenopleiding werd door 18% als vooropleiding aangegeven. De overige vooropleidingen die genoemd werden bestrijken een breed gebied. Voorbeelden zijn een bachelor informatica, eventueel hbo, andere universitaire (leraren)opleidingen, ervaring in het bedrijfsleven, pedagogische academie, zelfstudie en "programmeur geweest".

Veel respondenten gaven aan op meerdere manieren op de hoogte te blijven van de ontwikkelingen in hun vakgebied. Het bijhouden van vakliteratuur werd het meest genoemd, gevolgd door bijscholing en docetennetwerken. Meer dan 60% van de respondenten is van mening dat het aanbod aan bijscholing onvoldoende is. Meer dan de helft van de respondenten, 55%, geeft in meer dan één vak les. In verreweg de meeste gevallen betreft dit het vak wiskunde, gevolgd door natuurwetenschappelijke vakken, vooral natuurkunde en natuur, leven & technologie (NLT). Ongeveer 11% van de respondenten geeft op meer dan één schoollocatie informatica.

De scholen

Er is gevraagd in welke leerjaren en afdelingen informatica wordt aangeboden, naar het aanbod in de onderbouw en naar het aantal docenten informatica per locatie.

¹⁰ CODI staat voor het Consortium Omscholing Docenten Informatica, waarin hogescholen en universiteiten van 1998 tot 2006 omscholing van zittende docenten tot docenten informatica verzorgd hebben. In 2006 zijn universitaire lerarenopleidingen voor informatica gestart met een educatieve master.

Op scholen met een havo- en een vwo-afdeling wordt in bijna alle gevallen informatica in beide afdelingen aangeboden, in zowel vier als vijf havo. In de vwo-afdelingen komt het voor dat leerlingen in leerjaar vijf met informatica beginnen. Op 41% van de scholen is blijkens de enquête informatiekunde of een verwant vak in een of meer van de eerste drie leerjaren ingeroosterd.

Er is geen correlatie gevonden tussen het aanbod van informatiekunde in de onderbouw en het aantal leerlingen dat informatica kiest in de bovenbouw.

Het aantal leerlingen in de bovenbouw van havo en in de bovenbouw van vwo bedraagt in circa driekwart van de scholen in de enquête tussen 150 en 500. Op 5% van de havo-afdelingen volgden minder dan 10 leerlingen informatica, op 31% van de afdelingen was het aantal leerlingen meer dan 60. Wat betreft vwo volgden op 4% van de afdelingen minder dan 10 leerlingen het vak en op 10% was het aantal leerlingen meer dan 90.

Op de meerderheid van de scholen geeft één docent informatica, echter op 4% van de scholen zijn drie docenten informatica. Dat zijn niet altijd de scholen met de meeste leerlingen voor het vak.

De uitvoering

Er is gevraagd naar de gebruikte leermiddelen, anders dan hardware, de samenwerking met docenten van andere vakken en de wenselijke samenwerking met (docenten van) andere vakken.

Voor Informatica zijn er drie gangbare lesmethoden op de markt. Maar liefst 38% van de docenten geeft aan geheel of gedeeltelijk met lesmateriaal onafhankelijk van de methode te werken. Dit percentage is voor vwo en havo ongeveer gelijk. In de afgelopen drie jaar heeft 65% van de respondenten in het kader van informatica een of meer keren met collega's van andere vakken samengewerkt. Dat is een hoog percentage. De vijf vakken die het meest genoemd worden, zijn in volgorde: natuurkunde, NLT, M&O, wiskunde B, CKV. Een nog groter aantal staat positief tegenover een eventuele samenwerking, 92% geeft aan dat wenselijk te vinden, meestal met een voorkeur voor bepaalde vakken of clusters van vakken. Wel noemt een aantal docenten organisatorische problemen die samenwerking in de weg staan.

Wensen ten aanzien van het curriculum

Zie in bijlage 3, Figuren en tabellen, de tabellen 7– 9.

De deelnemers konden naar eigen inzicht een antwoord formuleren op drie vragen met betrekking tot het examenprogramma en het curriculum:

- Welke onderwerpen uit het huidige programma zou u willen schrappen?
- Welke onderwerpen, vaardigheden en thema's, die nu ontbreken, zou u graag opgenomen zien in het examenprogramma informatica?
- De KNAW heeft een rapport gepubliceerd met adviezen over onder meer het vak informatica. Dat rapport vindt u hier. Welk advies zou u willen geven voor de herinrichting van het vak informatica in de bovenbouw van havo en vwo?

Voorafgaand aan deze vragen konden de deelnemers aangeven of ze bekend zijn met het examenprogramma en wat hun waardering van dat programma is.

Meer dan 90% van de respondenten gaf aan dat ze bekend zijn met het examenprogramma. Ongeveer een kwart van de respondenten is van mening dat ze weinig aan het examenprogramma hebben, 36% geeft aan het programma goed te vinden. De overige respondenten missen onderwerpen (23%) of vinden dat er te veel onderwerpen in staan (15%).

Schrappen

Docenten die het examenprogramma als 'goed' beoordelen, willen soms toch eindtermen schrappen.

Opvallend is dat bijna de helft van de respondenten, ca. 45%, geen onderwerpen wil schrappen. Wel geven respondenten aan dat ze een duidelijker formulering van het examenprogramma, met meer sturing, op prijs zouden stellen. Als positief wordt de ruimte voor keuzes ervaren, dat wil zeggen de omschrijving van de eindtermen staat open voor veel verschillende interpretaties. Als onderwerpen die men zou willen schrappen wordt elke eindterm uit het programma minstens één keer genoemd, maar enkele eindtermen zijn aanmerkelijk vaker genoemd dan andere (zie tabel 7). De onderwerpen die niet terug te voeren zijn op een eindterm van het examenprogramma hebben betrekking op de wens tot differentiatie tussen vwo en havo, op de wens tot een duidelijker omschrijving van het programma of hebben betrekking op de uitvoering in de les en niet op het examenprogramma zelf.

Toevoegen

In totaal geven 49 deelnemers (29%) aan dat geen nieuwe onderwerpen nodig zijn. In deze groep lichten respondenten betrekkelijk vaak toe waarom ze nieuwe onderwerpen in het examenprogramma niet nodig achten. Drie voorbeelden die kenmerkend zijn voor de reacties in deze groep:

“Alle moderne vaardigheden kunnen we onder dit examenprogramma hangen. BV web3.0 applicatie bouwen wat iets heel erg van nu is (ook bv semantische web) kunnen goed vallen onder bv programmeervaardigheden.”

“Alles kun je er onder scharen, het programma is breed geformuleerd.”

“Geen (in mijn opinie is niet het examenprogramma (vakinhoud, thema's), maar de vakdidactiek (aanpak, benadering, oriëntatie van het vak) het probleem waar het vak mee kampt). Het zou minder gericht moeten zijn op leerlingen die geïnteresseerd zijn in computers en meer overdracht van kennis die iedereen moet hebben over computers. De inhoud / thema's worden daar niet heel veel anders van, de benadering / didactiek echter totaal anders.”

De reacties van de respondenten die wel onderwerpen willen toevoegen zijn zeer gevarieerd. Op advies van de betrokken universitaire onderzoeker is voor structurering van deze reacties gewerkt met een categorisering gebaseerd op Computer Science Curricula 2013 van ACM/IEEE (Sahami et al., 2013) hier verder aangeduid als CSC2013. Het merendeel van de voorgestelde toevoegingen is te coderen volgens CSC2013. Een overzicht is opgenomen in tabel 8 in bijlage 3, Figuren en tabellen.

Er zijn twee restgroepen van reacties gevormd. Eén restgroep is gekarakteriseerd als 'Contexten'. Hierin zijn reacties opgenomen waarin specifiek is verwezen naar toepassingen als internet, sociale media, mobiele technologie en gaming.

Een tweede restgroep is gekarakteriseerd als 'Algemeen'. Hieronder vallen reacties die te maken hebben met basisvaardigheden (bedienen van computers en gangbare software), attitude, digitale geletterdheid, vakoverstijgende aspecten maar ook reacties waarin expliciet wordt ingegaan op moderniseren of actualiseren of de reactie dat 'geen nieuwe onderwerpen nodig' zijn.

De meest genoemde onderwerpen zijn:

- programmeren (39);
- sociale en professionele aspecten (28);
- security (22);
- netwerken en communicatie (19);
- intelligente systemen (17) mens-machine interactie (14);
- software engineering (14);
- fundamentele informatica (12).

Overigens dient men zich te realiseren dat een term als 'programmeren' verschillend ingevuld kan worden.

Een overzicht van de categorieën Contexten en Algemeen staat in tabel 9 in bijlage 3, Figuren en tabellen.

Contexten zijn vaak impliciet of expliciet gekoppeld aan de wens om aan te sluiten bij moderne ontwikkelingen en/of de interesse van leerlingen, bijvoorbeeld het gebruik van internet, mobiele technologie en sociale media. In de categorie Algemeen is 'moderniseren' 15 keer expliciet genoemd, en in veel reacties was 'moderniseren' impliciet aanwezig.

Herinrichting van het vak informatica

De reacties op de vraag naar aanleiding van het KNAW-rapport zijn grotendeels te categoriseren met behulp van begrippen uit de curriculumtheorie, met toevoeging van twee categorieën: 'instemming met het KNAW-rapport' en 'Algemeen'. Zie tabel 10 in bijlage 3, Figuren en tabellen.

Circa 15% van de respondenten betuigt expliciet instemming met het rapport van de KNAW-commissie of met het grootste deel daarvan.

Wat betreft de *positie van informatica* in het schoolcurriculum geeft een grote groep aan informatica als keuzevak voor alle profielen te zien. Twee minderheidsstandpunten zijn:

- informatica als verplicht vak, eventueel verplicht voor alle leerlingen;
- informatica laten opgaan in andere vakken en als zelfstandig vak laten verdwijnen.

De meest genoemde onderwerpen wat betreft de *inhoud* zijn:

- differentiatie (tussen havo en vwo, tussen verschillende profielen, etc.);
- werken met modules;
- actualiteit.

De meeste reacties met betrekking tot modulair lesmateriaal zijn positief. Een enkele respondent vreest verlies van interne samenhang. Een tussenvorm is het voorstel om de inhoud te verdelen in basiskennis die iedereen moet kennen, gevolgd door modules en differentiatie. In de categorie *afstemming en aansluiting* (binnen en buiten de school) pleiten veel docenten voor samenwerking met andere vakken. Verbeteren van de afstemming met het onderbouwvak wordt ook genoemd evenals samenwerken met bedrijven in de regio en verbeterde aansluiting met vervolgopleidingen.

Wat betreft de categorie docenten uiten veel respondenten zorgen over:

- kwaliteit van docenten;
- leeftijdsopbouw van de groep docenten;
- niveau en de vrijblijvendheid van bijscholing;
- omslachtige nascholingstraject.

Men vindt het belangrijk veel jonge en goedopgeleide docenten aan te trekken. Er zijn ideeën over landelijke samenwerking met pools van experts en docentenpools en ideeën om meer docenten op te kunnen leiden.

In de categorie *toetsing* komen zowel een pleidooi voor invoeren van een centraal examen (CE) als een dringend pleidooi om vooral geen centraal examen in te voeren, voor. Argumenten voor invoering van een CE hebben betrekking op meer eenheid in onderwerpen, de status van het vak of het afschrikwekkend effect op leerlingen die niet geïnteresseerd zijn. Argumenten tegen invoering hebben vrijwel altijd betrekking op dreigende verschraving van het onderwijs. De overige reacties in deze categorie hebben betrekking op kwaliteitsborging van het schoolexamen: certificaten voor leerlingen, een format voor het afsluiten van modules en het belonen van ICT-vaardigheden.

In de categorie *leermiddelen* staan klachten over verouderde boeken, uitingen van tevredenheid, de wens leermiddelen voor een brede doelgroep te krijgen en om over betere hardware te beschikken.

Kwaliteit is impliciet vaak aangeduid, maar expliciet ook een aantal keren genoemd. Het gaat dan om controle op de uitvoering van het onderwijs, om de kwaliteit van modules, van het schoolexamen en het voorstel een visitatienetwerk op te richten en een kwaliteitskeurmerk. Kwaliteit is vaak gekoppeld aan toetsing.

In de categorie *financiën* staat een voorstel voor een landelijk stimuleringsbudget. Impliciet hebben voorstellen voor moderne hard- en software, voor het produceren van lesmodules en voor het oprichten van een visitatienetwerk ook een financiële component.

In de categorie *algemeen* zijn onderwerpen opgenomen zoals de scheiding van informatica en digitale geletterdheid, criteria voor een actueel en representatief curriculum. Informatica moet niet een soort maatschappijleer worden.

Een aantal van de genoemde ideeën is ook te vinden in *Een andere aanpak van informatica* van de vakvereniging i&i (2012).

De respondenten tonen over het algemeen veel betrokkenheid ten aanzien van de inrichting van het curriculum, vooral wat betreft aspecten van de inhoud, de zorg voor voldoende goed opgeleide docenten en afstemming en aansluiting. Een deel van de reacties in de categorie *Positie van het vak* binnen school heeft impliciet te maken met een goede afstemming met informatiekunde of een dergelijk vak in de onderbouw.

3.3 Interviews met docenten

In deze paragraaf beschrijven we de resultaten van de zes interviews met informaticadocenten, gehouden in de periode december 2013-januari 2014. Deze resultaten zijn volledig consistent met de resultaten van de enquête.

In paragraaf 2.3 hebben wij de selectiecriteria gepresenteerd voor de steekproef voor de docenteninterviews. In deze paragraaf beschrijven wij de resultaten van de interviews die gehouden zijn.

Er zijn zes docenten geïnterviewd van wie twee op twee scholen lesgeven. Het betrof vier mannen en twee vrouwen. Drie van deze docenten hebben de CODI opleiding gevolgd en drie de educatieve master informatica. Drie docenten (de CODI opgeleide) hebben meer dan zes jaar ervaring met het onderwijzen van informatica (en nog veel meer met lesgeven in het vak waarin zij hun onderwijsloopbaan zijn gestart), de andere drie zes jaar of minder.

Daarnaast zijn de acht PTA's voor informatica van de scholen van deze docenten bekeken en gescoord op aanwezigheid van de achttien eindtermen waaruit het examenprogramma bestaat. Dit overzicht is opgenomen in bijlage 5, Analyse van PTA's.

De semigestructureerde interviews zijn gehouden volgens het format in bijlage 4, Format interviews. Tijdens de interviews bleken de antwoorden op vraag 4 (naar het ideale examenprogramma) en vraag 5 (naar de doelen van informaticaonderwijs) door elkaar te lopen. De antwoorden op vraag 2 (naar de huidige uitvoering van het vak) bleken ook verweven met deze twee antwoorden.

1. *Positie van het vak op de scholen*

We hebben besloten om de antwoorden op deze vraag niet mee te nemen omdat uit de gesprekken niet duidelijk naar voren kwam wat de relatie zou zijn tussen de keuzemogelijkheden voor de leerlingen enerzijds en het gerealiseerde curriculum anderzijds.

2. *Huidige uitvoering*

Bij deze vraag hadden we verwacht dat respondenten concreet zouden aangeven welke aspecten (eindtermen) van het huidige curriculum tot successen leiden en welke als problematisch worden ervaren. Echter, de docenten krijgen en nemen veel vrijheid in het implementeren van het curriculum (meer daarover in de analyse van vraag 8). Daardoor zijn de

antwoorden op deze vraag verweven met de antwoorden op hierop volgende vragen, met name de vragen 4 (ideale examenprogramma) en 5 (ideale doelen van informaticaonderwijs).

Illustratief zijn de opmerkingen van respondent R6: "Het huidige programma, daar kan ik heel goed mee uit de voeten, het staat me niet in de weg, het helpt mij. ... Ik heb er absoluut geen last van." Heel typerend is het antwoord van respondent R2 die haar ideale

examenprogramma al bewerkstelligd ziet in haar PTA.

De zaken die goed gaan in de eigen lespraktijk worden voorgedragen als suggesties voor een ideaal curriculum. De zorgwekkende zaken worden voorzien van suggesties tot verbetering.

Desgevraagd geven de respondenten een aantal concrete voorbeelden.

Als successen worden enkele concrete onderwerpen genoemd, zoals programmeren, databases, webtalen, android apps, informatiesysteemontwikkeling, projectmanagement, logica, maatschappelijk perspectief en werken aan grote opdrachten en projecten, maar ook een aantal vaardigheden, zoals bijvoorbeeld samenwerken en toekomstgerichte oriëntatie.

Als problematisch worden gezien een aantal eindtermen zoals bijvoorbeeld B4 Organisaties (meer daarover in de analyse van vragen 4 en 5), ontbrekende onderwerpen (bijvoorbeeld auteursrecht), onderwerpen die men van ondergeschikt belang acht (bijvoorbeeld hardware) en onderwerpen die moeilijk te implementeren zijn aan de hand van het bestaand lesmateriaal (bijvoorbeeld programmeren in Java). Er worden randvoorwaarden genoemd – bijvoorbeeld goede ondersteuning vanuit systeembeheer, beschikbaarheid van kwalitatief goed lesmateriaal – voor een succesvolle uitvoering van het examenprogramma. Er worden ook zorgen geuit over de gebrekkige kwaliteitszorg (zie analyse van vraag 8).

3. Samenwerking met andere vakken

Respondenten vinden samenwerken met andere vakken wenselijk omdat ze multidisciplinaire contexten zien zoals websites bouwen waarin vormgeving een rol speelt of webwinkels maken die vragen om samenwerking met een vak als M&O. Respondenten vinden samenwerking met bijvoorbeeld beeldende vakken, economie, natuurkunde en wiskunde tot de mogelijkheden behoren. Vaak wordt ook maatschappijleer genoemd met het oog op de ontwikkelingen in de maatschappij die samenhangen met ICT, bijvoorbeeld privacy rondom persoonsgegevens. Samenwerken met vakken waarmee men inhoudelijke raakvlakken ziet, wordt als belangrijk ervaren. Respondent R3 merkt op: "Meerwaarde: leerlingen ontdekken dat er duidelijke verbanden tussen vakken zijn". Daarnaast vindt hij het ook belangrijk te benadrukken dat "Informatica [...] immers een vak [is] dat dienend is voor heel veel andere beroepsrichtingen. Wat wiskunde is voor de natuurwetenschappen. Eyeopener voor leerlingen". Alhoewel samenwerking grotendeels gewenst is, vat respondent R5 samen wat meerdere respondenten zeggen: "Jammer genoeg lukt het nu niet ... omdat het in de praktijk toch moeilijk is."

4. Het ideale examenprogramma

Door de bank genomen geven de PTA's (zie bijlage 5, Analyse van PTA's) van de respondenten weer hoe een ideaal examenprogramma informatica er in hun ogen uitziet. Zoals in de analyse van vraag 2 al is aangegeven, ervaren docenten veel vrijheid in het implementeren van het curriculum. Typerend is de reactie van respondent R2. Op de vraag of haar ideale examenprogramma al bewerkstelligd is in haar PTA's, antwoordt ze "Ja, eigenlijk wel".

We hebben de acht PTA's van de scholen waar de zes respondenten lesgeven gescoord op de achttien eindtermen van het examenprogramma. (Zie bijlage 5, Analyse van PTA's). In twee PTA's waren de bijbehorende eindtermen al geëxpliciteerd. Die duidingen hebben we overgenomen.

De eindtermen uit domein A, Informatica in perspectief, laten een wisselen beeld zien. In bijna alle PTA's komen we A1 (Wetenschap en technologie) en A2 (Maatschappij) tegen. A4 (Individu) zien we alleen in de twee PTA's waar de docenten zelf eindtermen hebben

geëxpliciteerd. We kunnen speculeren of het in andere PTA's alsnog onder een ander kopje aan bod komt. De grote afwezige is A3 (Studie en beroepsomgeving). Respondent R2 zegt dat leerlingen daarover een literatuuronderzoek deden. Respondent R5 stelt: "Studie- en beroepsomgeving zie ik bij alle vakken. Dat is prima." We krijgen geen helder beeld of en in hoeverre deze eindterm in de lespraktijk aan bod komt.

In domein B, Basisbegrippen en vaardigheden, zien we dat eindtermen B2 (Hardware) en B3 (Software) in alle PTA's aanwezig zijn. Voor eindterm B1 (Gegevensrepresentatie in een computer) die aanwezig is in de helft van de PTA's kunnen we speculeren dat die waarschijnlijk impliciet aan bod komt samen met eindterm B3 (Software) die vaak in een PTA de naam 'programmeren' draagt. De grote afwezige is B4 (Organisaties) die alleen in één PTA voorkomt. Over de wenselijkheid van dit onderwerp hebben de respondenten een uitgesproken mening. Respondent R1 zegt: "Organisaties besteed ik heel weinig aandacht aan. ... De organisatiestructuur van bedrijven vind ik meer bij een economisch vak horen eigenlijk."

Respondent R3 deelt deze mening terwijl respondent R6 het daarentegen van groot belang vindt dat leerlingen leren hoe het er in een echt groot bedrijf aan toe gaat.

In domein C, Systemen en hun structurering, zien we dat eindtermen C1 (Communicatie en netwerken), C4 (Informatiesysteemontwikkeling), C9 (Systeemontwikkeltraject), C6 (Informatieanalyse) en C7 (Relationele databases) in alle PTA's aanwezig zijn. Eindterm C2 (Besturingssystemen) is overal aanwezig behalve in de twee PTA's van één docent. Eindterm C3 (Systemen in de praktijk) zien we wederom alleen in de twee PTA's waar de docenten zelf de eindtermen hebben aangegeven. Daarbij twifelen we of de interpretatie van de docent overeenkomt met wat er eigenlijk bedoeld wordt met deze eindterm. Respondent R6: "Ik vind, dat als je praat over informatica, dan moet je ook een beeld hebben bij de informatiesystemen die in de praktijk gebruikt worden. Ik vind dat een informaticaleerling een kreet als customer relationship manager ook moet kennen." Een heel wisselend beeld zien we bij eindterm C8 (Interactie mens-machine). Deze eindterm is in de helft van de PTA's aanwezig. Respondent R3 daarover: "Met mens-machineinteractie doe ik weinig. ... De module vindt geen vervolg in leerboeken. Dus, als je het wilt implementeren in de les dan moet je er zelf iets voor maken." Respondent R5 vindt de interactie mens-machine wél belangrijk. De grote afwezige is eindterm C5 (Informatiestromen). Die wordt in geen enkel PTA genoemd.

Domein D, Toepassingen in samenhang, komt in de helft van de PTA's voor. We veronderstellen dat het in de praktijk vermoedelijk overal wel aan bod komt, omdat het een onmisbaar onderdeel is van elke grote praktische opdracht waar eindterm C9 (Systeemontwikkeltraject) genoemd wordt. We denken er vanuit te mogen gaan dat een dergelijke praktische opdracht in bijna alle lespraktijken wordt gegeven.

In de PTA's vonden we een aantal onderwerpen dat verder gaat dan het examenprogramma (alhoewel docenten wel de bijbehorende eindtermen eraan weten te koppelen) en die illustratief zijn voor wat docenten belangrijk vinden. Het gaat dan bijvoorbeeld om schematiseringstechnieken (DFD en ERD), cryptografie, security, algoritmie, logica, business solutions, internet of things, auteursrecht en veel voorbeelden van webontwikkeling met behulp van gangbare moderne technieken.

5. Doelen van informaticaonderwijs

Respondent R6 verwoordt een breed gedragen mening: "De doelstelling van het vak informatica moet een goed beeld geven van het totale vakgebied informatica. ... Dat betekent dat je niet de ambitie moet hebben om leerlingen op te leiden tot vakspecialisten, maar dat ze goed weten waar het over gaat en dat ze een aantal basisvaardigheden kunnen."

We hebben de docenten gevraagd wat idealiter de doelen zijn van informaticaonderwijs voor wat betreft feiten, concepten, procedures en metacognitie zoals beschreven in de gereviseerde taxonomie van Bloom (Krathwohl, 2002). De antwoorden van de docenten delen we op in kennis en vaardigheden. De gewenste kennis lezen we af in de PTA's. Als doelen en vaardigheden die ze belangrijk vinden, noemen ze:

- a. **Nadenken.** Dit wordt vaak genoemd samen met logisch denken/redeneren (niet per se in de vorm van klassieke logica), algoritmisch denken (in stapjes) en logische structuur zien/herkennen. Respondent R4 zegt: "Ze [leerlingen] moeten zelf zodanig in stapjes denken, dat ze in staat zijn om te communiceren met een computer." Respondent R3 bepleit nadenken op een hoger niveau en nadenken over structuren. Respondent R5 zegt: "Je moet heel goed kunnen nadenken over wat je doet" en respondent R6 wil academisch en abstract denken stimuleren en reflectie bevorderen.
- b. In het verlengde daarvan vindt men het ook belangrijk **dat leerlingen gestructureerd** naar informatie kijken, en **schematisch nadenken**. Volgens respondent R3 is het structureren van proces en product een belangrijke element/kenmerk/doel van informaticaonderwijs.
- c. **Problemen oplossen** wordt gezien als een kernactiviteit van informatica. Respondent R2: "Als jij bij een klant komt en die heeft een probleem, dan moet je een oplossing bedenken."
- d. **Programmeren** wordt genoemd als een belangrijke vaardigheid "omdat ze [leerlingen] het gevoel moeten krijgen dat ze greep moeten krijgen op de materie, dat zij leren dat zij de baas zijn over de spullen en de spullen niet de baas zijn over hen," volgens respondent R1. Leerlingen moeten duidelijk krijgen wat er gebeurt (respondent R3) en het is een essentieel onderdeel van informatica (respondent R6). We merken op dat programmeren onder eindterm B3 Software valt, maar dat de respondenten het desondanks belangrijk vinden om het te expliciteren.
- e. **Samenwerken** (tijdens het werken aan projecten) en leren samenwerken worden als belangrijk gezien. Respondent R1 vat het als volgt samen: "Wat de leerlingen later ook gaan doen, ze zullen altijd te maken krijgen met samenwerking in groepen aan projecten. [Ze moeten] weten wat de valkuilen zijn, hoe dat werkt en wat je zelf kan doen om dingen beter te laten verlopen."
- f. **Ontwikkelen van inzicht** in de materie en in eigen denken en leren. Respondent R1 zegt daarover: "Weten wat de valkuilen zijn, hoe dat werkt en wat je zelf kan doen om dingen beter te laten verlopen". Respondent R2 vindt het belangrijk de ze (leerlingen) "zelf kunnen uitzoeken/onderzoeken en denken in oplossingen". Respondent R3 wil "de beperkingen van de computer [laten] zien. Wat kan een computer wel en wat niet? Waar zijn de mensen en waar is de computer beter in? ... Doel is leerlingen te helpen om fundamenteel begrip van de computer en dergelijke te krijgen. Wat kunnen zij ervan verwachten? Het concept computer: hoe zit het in elkaar? Wat kun je wel/niet van een computer verwachten? Dat zou ik ze graag willen leren. ... Het gaat mij er met name om dat ik de leerlingen wil meegeven dat de computer maar een instrument is". Verder gaat het om leren leren, volgens respondent R5 "Wat heb je geleerd? Wat ging goed en wat ging niet goed?"
- g. Volgens respondent R2 moeten leerlingen informatica **leuk** vinden. "En daar zal best wel eens een module tussen zitten die ze niet leuk vinden, maar pas als je iets kunt, ga je het ook leuk vinden."
- h. **Algemene ontwikkeling** wordt gezien als een doel van informaticaonderwijs. Respondent R5 beweert: "Basisbegrippen en vaardigheden waarvan iedereen wel een keer gehoord zou moeten hebben." Respondent R3 vindt het "dus niet echt belangrijk dat ze heel concreet weten van welke processor, grafische kaart of harde schijf, maar dat ze ze wel kunnen herkennen en vergelijken. Een idee hebben van o, ja, zo zit dit of dat in elkaar en wat betekent dat." Respondent R5 voegt toe: "Actualiteiten kennen en begrijpen, bewustzijn. Functionaliteit. Beveiliging". Respondent R2 noemt een voorbeeld: "Als je directrice wordt van een

bejaardentehuis en je bent totaal digibeeet, dan kan systeembeheer je van alles wijsmaken.” Respondent R4 ziet informatica “als een heel belangrijk element in de samenleving en van wat wij zouden moeten weten over de samenleving om daar fatsoenlijk in te kunnen functioneren”. Daarmee bedoelt hij dat het nodig is om goed geïnformeerd tot besluitvorming te kunnen komen. Verder vindt respondent R4 het belangrijk om angst weg te nemen: “Heel veel kinderen denken: daar heb ik geen verstand van, dus ga ik daar maar niet aan beginnen.” Als onderdeel van algemene ontwikkeling wordt ook (het vak) **informatiekunde** genoemd. Volgens respondent R6 is het doel de leerlingen “met name in de onderbouw, en ook in het basisonderwijs [...] vertrouwd te maken met de technologie.” Hierover schrijven we meer in de analyse van de volgende vragen.

6. Doelgroep

De antwoorden op deze vraag zijn verweven met de antwoorden op de volgende vraag.

7. Vormgeving van het vak

Respondent R1 vat samen wat bijna alle respondenten in een of andere vorm bepleiten: “Omdat iedereen overal met ICT te maken heeft, vind ik eigenlijk dat het een verplicht vak voor alle leerlingen zou moeten zijn. Dan weet ik niet of het tot en met het eindexamen zou moeten duren, maar ik vind wel dat iedereen basiskennis moet hebben over wat informatica met hen doet en hoe het ingrijpt in hun leven.” Respondent R3 vervolgt: “School is algemeen vormend. Een leerling krijgt altijd met informatica te maken. Ze moeten beseffen wat de on-/mogelijkheden zijn van informatica. Bewust zijn van wat het is, wat je ermee kunt doen en wat het voor jou kan betekenen.” Door de bank genomen bepleiten respondenten een verplicht algemeen vormend vak, in de onderbouw dan wel in de vierde klas. We herkennen hierin elementen van computational thinking. Respondent R4 stelt “dat het niet een te gemakkelijk vak moet worden, maar wel een breed vak.” Respondent R5 bepleit: “Elke leerling moet veel beter die digitale skills beheersen (KNAW-rapport) en daarnaast heb je het vak”. Men stelt doorgaans voor dat niet-verplichte bovenbouwvak modulair aan te bieden, rekening houdend met de interesses, het profiel en niveau (havo/vwo) van de leerlingen. Desgevraagd beschrijven respondenten in detail hoe naar hun idee de verplichte en facultatieve delen van het vak ingericht zouden kunnen worden. Daarbij doen ze suggesties voor een passende didactische aanpak.

8. Overig

Aan de docenten is gevraagd of ze nog wat wilden zeggen los van de vragen die al gesteld waren. Hieronder vermelden we de onderwerpen die door meerdere docenten zijn genoemd. Drie respondenten benadrukten het belangrijk te vinden **meisjes** bij informatica te betrekken en het vak voor hen aantrekkelijk te maken. Respondent R3: “Meisjes kijken er anders tegen aan. ... Het moet ook iets voor meisjes zijn, want ik weiger te geloven dat jongens hierin beter zijn dan meisjes.”

Bijna alle respondenten maken zich zorgen over de **kwaliteitszorg** en (het ontbreken van) een CE. Terwijl men het aan de ene kant prettig vindt om zelf de invulling aan het vak te kunnen geven (respondent R2 stelt: “In feite kan ik doen en laten wat ik wil, niemand controleert me”), aan de andere kant noemt men een aantal nadelen: niveauverschillen tussen scholen (respondent R6: “Ik ben heel erg geschrokken van collega-informaticadocenten, met wat ze met het vak doen..... Iedereen doet maar wat en met name het lage ambitieniveau van een aantal scholen vind ik stuitend”) en het lage aanzien van het vak (respondent R1: “... dat scholen wel zoeken naar vakken met CE, omdat directies dat belangrijk vinden.”). Drie respondenten geven concrete suggesties voor een kwaliteitsgarantiesysteem. Twee respondenten die het over een CE hebben, willen dat beperkt houden tot een aantal onderwerpen dat daarvoor geschikt is. Respondenten R5 en R3 gebruiken bijna identieke bewoordingen: “Er zijn bepaalde modules die iedereen moet doen en die worden afgesloten met een CE”. R3 voegt toe: “In elk geval niet

het klassieke eindexamen. Niet 150 minuten schriftelijk.” De hier uitgesproken en tevens breed gedragen mening dat maar een beperkt deel van informaticaonderwijs geschikt zou zijn voor een dergelijke toetsvorm is in lijn met het principe van *constructive alignment* (Biggs & Tang, 2011). Verder worden er concrete voorstellen gedaan waarbij een centraal orgaan praktische toetsing zou coördineren. Respondent R3 kan zich voorstellen dat er “vanuit de vakverenigingen een soort afsluitende opdracht wordt gemaakt in projectvorm”. Respondent R6 heeft het niet zozeer over toetsing van leerlingen maar bepleit dat er: “een centrale commissie moet komen die opleidingen toetst” om zodanig de kwaliteit van informaticaonderwijs op school te garanderen.

De rol van het **hoger onderwijs** werd in negatieve zin genoemd. Respondent R1: “Wat ik niet begrijp is waarom hogescholen en universiteiten dit vak zo hebben laten liggen”. Volgens respondent R2 krijgt het vak informatica in het VO zelfs de schuld dat weinig studenten informatica zouden gaan studeren. Hij bepleit meer betrokkenheid van het hbo en de universiteiten bij het aanbieden van leerinhouden en de zorg voor een betere aansluiting VO-HO. De wens van meer aandacht voor informatica vanuit genoemde sectoren houdt verband met de zorg over het voortbestaan van dit vak op havo en vwo. Respondent R1: “Op dit moment heeft het vak geen enkele doorstroomrelevantie. Dat maakt dat het vak nu eigenlijk op sterven na dood is.” Een aantal andere respondenten maakt zich zorgen over de vraag of er straks überhaupt nog docenten informatica zijn. Respondent R5 verwoordt het als volgt: “De docent gaat met pensioen. Is er geen vervanger dan wordt het vak afgeschaft.”

Samenvattend

1. Docenten ervaren een grote mate van vrijheid bij het implementeren van het examenprogramma doordat er geen CE en geen toezicht op de uitvoering is. R2 stelt: *“In feite kan ik doen en laten wat ik wil, niemand controleert me.”*
De PTA's geven goed weer hoe een ideale invulling van het huidige examenprogramma er volgens de betreffende docenten uit ziet. De meeste eindtermen worden opgenomen in alle PTA's. Over een aantal eindtermen bestaan verschillende visies (bijvoorbeeld maatschappelijke aspecten (A2), mens-machine interactie (C8), studie en beroepsomgeving (A3), individu (A4)). Sommige eindtermen worden genegeerd, met als reden dat ze niet bij het vak zouden horen (informatiestromen (C5), organisaties (B4)). PTA's worden aangevuld met nieuwe onderwerpen, gerelateerd aan webontwikkelingen en maatschappelijke ontwikkelingen zoals security en privacy.
2. Als doelen van informaticaonderwijs noemt men, naast de onderwerpen in het examenprogramma, algemene vorming en het ontwikkelen van vaardigheden als logisch denken/redeneren, gestructureerd en algoritmisch kunnen denken, problemen oplossen, inzicht verkrijgen in mogelijkheden en beperkingen van ICT (hierin herkennen we aspecten van computational thinking), academische vaardigheden, samenwerken en kijken naar eigen leren en functioneren.
3. Informaticaonderwijs zou idealiter een algemeen vormende cursus moeten bevatten die voor alle leerlingen verplicht is. De cursus zou er volgens R1 toe moeten leiden, *“dat iedereen basiskennis heeft over wat informatica met hen doet en hoe het ingrijpt in hun leven”*. Digital literacy (Gilster, 1997) zou erin aan de orde moeten komen, maar de cursus zou de leerlingen ook vertrouwd moeten maken met ICT en met bijvoorbeeld de mogelijkheden en beperkingen van ICT. In de bovenbouw zouden vervolgens een aantal optionele modules aangeboden moeten worden, gericht op interesses van leerlingen en gedifferentieerd naar profiel en niveau (havo/vwo) van leerlingen.
4. Vanwege de grote mate van vrijheid in de invulling van het vak en de daardoor ontstane variatie in informaticaonderwijs op de verschillende scholen, uit men zorgen over de kwaliteit van informaticaonderwijs. Men stelt 'gecoördineerde toetsing' voor over een deel van het programma. Naast een 'normaal CE' is er een voorstel voor een praktisch examen, te coördineren door de vakvereniging, en een voorstel om een commissie in het leven te

roepen die de kwaliteit van het aangeboden informaticaonderwijs op scholen zou moeten toetsen en opleidingen zou moeten accrediteren.

5. Samenwerken met andere vakken is wenselijk vanwege multidisciplinaire contexten als websites of webwinkels bouwen, waarin vormgeving, organisatorische en economische aspecten een rol spelen. Samenwerking met bijvoorbeeld beeldende vakken, economie, natuurkunde en wiskunde behoort tot de mogelijkheden, maar ook met maatschappijleer wegens bijvoorbeeld privacykwesties. Volgens R3 is de meerwaarde van samenwerken dat “leerlingen ontdekken dat er duidelijke verbanden tussen vakken zijn ... Informatica is immers een vak dat dienend is voor heel veel andere beroepsrichtingen. Wat wiskunde is voor de natuurwetenschappen. Eyeopener voor leerlingen.” Hoewel samenwerking gewenst is, merken meerdere respondenten op dat het in de praktijk moeilijk is te realiseren.
6. Als punten van aandacht worden verder genoemd de genderkwestie (docenten vragen voor informatica aandacht van meisjes) en de rol van het hoger onderwijs. Dat toont weinig betrokkenheid, biedt nauwelijks lesmateriaal aan en heeft weinig oog voor de aansluiting tussen VO en HO.
7. Men maakt zich zorgen over het voortbestaan van het vak informatica. Informatica wordt door geen enkele opleiding genoemd bij de vooropleidingseisen, mogelijk vanwege het ontbreken van een CE. Daardoor heeft het vak weinig aanzien. Er worden weinig nieuwe docenten opgeleid en het komt voor dat als een docent met pensioen gaat, het vak op die school afgeschaft wordt. R1 vat het samen: *“het vak [is] nu eigenlijk op sterven na dood.”*

De resultaten van de interviews onderschrijven die uit de vragenlijst nagenoeg volledig. De samenvatting van de interviews illustreert in de punten 1 tot en met 5 en in punt 7 opvattingen van docenten zoals ze door een aantal in de enquête verwoord zijn. Het tekort schieten van het hoger onderwijs is niet of nauwelijks verwoord in de enquête, de genderkwestie daarentegen wel.

3.4 Raadpleging van deskundigen

De groep van 30 deskundigen bestond uit docenten, informatici uit het wo, docenten hbo, vakdidactici uit het wo en uit het hbo, vaksteunpuntcoördinatoren, uitgevers, de beroepsvereniging i&i, de webmaster van het webplatform informaticavo, vertegenwoordigers van KNAW, NIOC, en de brancheorganisatie ICT-Nederland.

Er is gediscussieerd over de volgende onderwerpen:

- kenmerken van actueel en aantrekkelijk informaticaonderwijs
- heterogeniteit van de doelgroep, onder meer onderscheid tussen havo en vwo
- differentiatie binnen het examenprogramma
- wenselijkheid van een CE
- docenten, onder meer opleidingsmogelijkheden en kwaliteit van docenten
- kwaliteitscriteria en kwaliteitsborging.

De uitkomsten van de discussies over de respectievelijke onderwerpen laten zich – in trefwoorden – als volgt samenvatten:

Kenmerken van actueel en aantrekkelijk informaticaonderwijs

Aantrekkelijk op korte termijn: actuele onderwerpen, praktisch bezig zijn, bruikbaarheid ervaren. Waardevol op langere termijn: een conceptuele kern aanbieden, die algemener toepasbaar is en langer zijn waarde houdt.

Formuleer dus concepten als kern en bied een aantal actuele contexten. Die moeten vaker vervangen worden.

Denk ook aan de ketenbenadering: goede beeldvorming rondom het vakgebied informatica is voor het hbo en wo belangrijker dan een inhoudelijke voorbereiding.

Heterogeniteit van de doelgroep

De groepen zijn nu meestal heterogeen samengesteld; de variatie binnen een groep is soms groter dan de verschillen tussen havo- en vwo-leerlingen.

Heel globaal: havoleerlingen zijn meer praktisch, vwo-leerlingen meer onderzoeksgericht.

Men heeft een sterke voorkeur voor een programma waar leerlingen van alle profielen van kunnen profiteren.

Differentiatie binnen het examenprogramma

Differentiatie moet mogelijk en goed uitvoerbaar zijn. Dat kan gestimuleerd worden door binnen het examenprogramma expliciet differentiatie op te nemen. Gedacht kan worden aan een aantal verplichte (sub)domeinen naast een aantal keuze(sub)domeinen. Ook bij een examenprogramma dat niet in deze zin differentieert, is in de uitvoering differentiatie mogelijk door het lesmateriaal. Er was geen uitgesproken voorkeur voor een van beide opties.

Wenselijkheid van een CE

Als voornaamste voordelen van een CE zag men de meer uniforme toetsing en de status van het vak; een vak met CE zou een soort kwaliteitskeurmerk hebben. Men was over het algemeen van mening dat de nadelen verbonden aan een CE groter zijn dan de voordelen. De deelnemers noemden een aantal andere mogelijkheden tot kwaliteitsborging en verbetering van het aanzien van informatica buiten de schoolomgeving. Geen CE, maar wel verbetering van kwaliteitsborging van het schoolexamen.

Docenten

De universitaire eerstegraads opleiding is te weinig flexibel, dat schrikt potentiële kandidaten af. Er zouden meer mogelijkheden voor een deeltijdopleiding moeten komen, op korte termijn.

Op langere termijn zou er een meer op het onderwijs gerichte opleiding moeten komen. De huidige opleiding is daarvoor minder geschikt.

De CODI-opleiding was minimaal, er is geen herhaling geweest. Er zijn nu te veel docenten met een te smalle en verouderde opleiding.

Het vakgebied is heel breed, je kunt niet verwachten dat elke docent alle aspecten beheerst.

Kwaliteitscriteria en kwaliteitsborging

Deze begrippen vormden de rode draad in de discussie, ze kwamen bij ieder onderwerp naar voren.

Kwaliteitscriteria voor onderwijs in informatica, voor toetsing, voor schoolexamens, etc.

Een voorstel waarover men het eens was: betrek bij kwaliteitsborging het hoger onderwijs en bedrijfsleven. Dat heeft ook voordelen ten aanzien van een betere aansluiting.

4. De onderzoeksresultaten vanuit leerplankundig perspectief

In dit hoofdstuk geven we de onderzoeksresultaten weer vanuit leerplankundig perspectief (Thijs & Van den Akker, 2009). Dat perspectief is breder dan het strikte kader waarbinnen de onderzoeksvragen zich bevinden, maar is noodzakelijk voor het formuleren van samenhangend beleid.

Onderwijs wordt gerealiseerd binnen een netwerk van factoren en actoren die elkaar in sterkere of zwakkere mate beïnvloeden. De onderwijsbaarheid van een programma wordt in hoge mate bepaald door de onderwerpen, de leermaterialen en de inhoudelijke kennis en didactische kwaliteiten van de docent. Echter ook factoren als de inroostering, de beschikbaarheid van onderwijsruimten en de inbreng van hoger onderwijs en /of bedrijfsleven kunnen hier een rol spelen.

We noemen hier acht aspecten die van belang zijn voor het vak informatica en het vinden van antwoorden op de onderzoeksvragen. Alle aspecten zijn in de loop van het onderzoek naar voren gekomen.

1. positie van informatica binnen het schoolleerplan;
2. docenten informatica;
3. doelgroep;
4. examenprogramma;
5. vakinhoud;
6. leermiddelen;
7. toetsing;
8. reputatie van het vak buiten school, specifiek het hoger onderwijs en bedrijfsleven.

Een begrip dat bij een aantal van deze aspecten vaak genoemd werd is kwaliteit, vooral in de zin van kwaliteitscriteria en kwaliteitsborging.

4.1 De positie van informatica binnen het schoolleerplan

Voor de positie van informatica in het schoolcurriculum zijn de volgende aspecten van betekenis.

Het is een keuzevak: scholen kiezen of ze het vak aanbieden en een school die het vak aanbiedt bepaalt zelf welke leerlingen in aanmerking komen om het vak te kiezen. Dit kenmerk heeft informatica gemeen met vakken als wiskunde D en NLT. Het is een profielkeuzevak, gekoppeld aan het profiel N&T. Omdat leerlingen zowel een profielkeuzevak als een vrij keuzevak in hun programma hebben, kunnen ook leerlingen van andere profielen informatica kiezen, mits de school dat toestaat. Die positie van profielkeuzevak kan een element van competitie met vakken in dezelfde positie met zich mee brengen. Dat kan voor docenten een extra reden zijn het vak voor leerlingen zo aantrekkelijk mogelijk te maken.

Er is in het algemeen geen aansluiting met een vak in de onderbouw.

De omvang in studielasturen is normaal 320 uur voor havo, 440 uur voor vwo.

Informatica is voor geen enkele opleiding in het hoger onderwijs een verplicht vak. Het is evenmin een vak dat genoemd wordt als alternatief voor andere vakken van het vo. Het wordt ook niet genoemd als een vak dat leerlingen een voorsprong biedt voor de betreffende hbo- of wo-opleiding. Docenten vrezen dat dit een reden kan zijn voor leerlingen om het vak niet te kiezen.

Voor informatica geldt, evenals voor andere vakken die alleen als keuzevak aangeboden worden, dat voldoende leerlingen op een school het vak moeten kiezen, wil het in het aanbod opgenomen blijven.

4.2 Docenten - kenmerken

Van de respondenten in de enquête heeft een ruime meerderheid meer dan zes jaar ervaring in het informatica onderwijs, ongeveer de helft heeft een tamelijk smalle opleiding (CODI). Een tamelijk omvangrijke groep (36%) heeft geen CODI of universitaire lerarenopleiding informatica, een aantal lijkt helemaal niet bevoegd lijkt te zijn voor de bovenbouw van het voortgezet onderwijs. Dat is een zorgwekkend verschijnsel, ook in het licht van de beleidsbeslissing om vanaf 2017 alleen bevoegde docenten te laten lesgeven (OCW, 2013). In theorie kan een zwakke vooropleiding verbeterd worden door een goed bijscholingsprogramma, met bijvoorbeeld accreditatiepunten. Dat is echter niet gebeurd. Overigens geldt voor alle docenten dat ze regelmatig zouden moeten bijscholen, zowel wat betreft nieuwe ontwikkelingen in het vakgebied als ontwikkelingen in onderwijs en didactiek. Hoewel alle respondenten aangeven dat ze bijscholing volgen, zijn de methoden en de tijd die daaraan besteed wordt zeer divers. Het is niet duidelijk in hoeverre de schoolleiding voldoende faciliteiten geeft voor bijscholing. Een ruime meerderheid van de respondenten vindt het aanbod aan bijscholing onvoldoende, de kwaliteit niet goed en de deelname te vrijblijvend. Een relatief grote groep docenten maakt zich zorgen over de kwaliteit van (andere) docenten, de leeftijdsopbouw van de docentenpopulatie in verband met een dreigend tekort, de opleidingsmogelijkheden en de (on)geschiktheid van een academische opleiding in informatica als vooropleiding van docenten. Ook in de expertgroep kwam naar voren dat de universitaire eerstegraads opleiding te weinig flexibel is. Meer mogelijkheden voor een deeltijdsopleiding is zeer wenselijk en wel op korte termijn. Een opvallend kenmerk van deze groep docenten is de bereidwilligheid om met collega's van andere vakken samen te werken; een ruime meerderheid heeft in de afgelopen drie jaar minstens een enkele keer met andere collega's samengewerkt en een nog groter aantal is bereid om met collega's van andere vakken samen te werken. Dat is een positief verschijnsel; leerlingen waarderen over het algemeen samenwerking tussen verschillende vakken. Schoolleidingen zouden er goed aan doen mogelijkheden tot samenwerking te faciliteren en te stimuleren.

Het aantal docenten dat aangeeft ander lesmateriaal dan de gangbare methodes te gebruiken, is aanzienlijk en lijkt groter te zijn dan in de meeste andere vakken. Het vormt een aanwijzing dat relatief veel informaticadocenten actief bezig zijn met de inrichting van het eigen onderwijs en waarschijnlijk bereid zijn tot vernieuwing van het informaticaonderwijs. Het ontbreken van landelijk uniforme toetsen geeft deze docenten de gelegenheid te experimenteren met nieuwe inhoud en vormen.

Samenvattend kan men wat betreft de docentenpopulatie stellen dat modernisering van het informaticaonderwijs met de huidige docenten mogelijk zal zijn, gezien de tamelijk open en positieve houding van een groot deel van de groep. Daarvoor is in ieder geval meer, betere en minder vrijblijvende bijscholing onontbeerlijk. Als men informatica als vak wil behouden, zal er een grotere instroom van nieuwe bevoegde docenten nodig zijn. Daarvoor moeten opleidingen tot stand komen die niet alleen aanbod-, maar ook vraaggericht zijn; dat wil zeggen opleidingen die in deeltijd gedaan kunnen worden, tegen redelijke kosten.

4.3 De beoogde leerlingpopulatie

Moet informatica een vak zijn voor leerlingen uit alle profielen van havo en vwo of voor een beperkte doelgroep, de leerlingen met profiel N&T of met een N-profiel? Moet informatica een keuzevak blijven of verplicht zijn voor alle leerlingen? Deze vragen raken aan de beoogde doelstellingen van het vak informatica in de bovenbouw van havo en vwo. Het overkoepelende doel van het vak informatica in het schoolcurriculum is niet duidelijk; hoewel het in 1995 ontwikkeld is als een tamelijk breed vak, werd het bij de wijzigingen van 2007 gekoppeld aan

het profiel Natuur en Techniek. Docenten formuleren hun eigen doelstellingen, gekoppeld aan de beoogde doelgroep. Er zijn vier meningen te onderscheiden in de reacties, drie daarvan zijn minderheidsstandpunten. Die drie worden eerst weergegeven.

1. Een enkeling wil informatica tot een verplicht vak voor alle leerlingen maken. Hiervoor zou een wijziging in de wet voortgezet onderwijs nodig zijn. Het is twijfelachtig of het vak in de huidige opzet gebaat zou zijn met verplichte deelname, nog afgezien van het probleem van voldoende gekwalificeerde docenten. Dit zou hoogstens een optie op langere termijn kunnen zijn.
2. Een enkeling wil informatica als vak laten verdwijnen en de inhoud laten opgaan in andere vakken, waarbij met name NLT wordt genoemd. In theorie zou een deel van het huidige informaticaprogramma bij andere vakken ondergebracht kunnen worden. Het zou een herziening van de curricula van de vakken vragen, maar belangrijker is de vraag of docenten van andere vakken de competenties hebben om aspecten van informatica voldoende in hun onderwijs te verweven. Dat lijkt op korte termijn niet het geval te zijn.
3. Een derde minderheidsstandpunt is informatica als keuzevak te richten op een beperkte groep geïnteresseerde leerlingen, als voorbereiding op een studie informatica. Het koppelen van informatica als profielkeuzevak voor het profiel N&T suggereert eveneens deze doelstelling.
4. De meerderheid van de respondenten is van mening dat informatica een breed opgezet keuzevak moet zijn dat door leerlingen van elk profiel gevolgd moet kunnen worden, zowel in havo als vwo. Dat impliceert differentiatie, in het examenprogramma en/of in de uitvoering en in het lesmateriaal.

Onder de huidige condities lijken alleen standpunt 3 en 4 op korte termijn realiseerbaar.

4.4 Het examenprogramma

Binnen de huidige voorschriften is een examenprogramma voor een schoolexamen een minimumprogramma; de school kan er voor kiezen onderwerpen toe te voegen. Bovendien biedt het examenprogramma een grote vrijheid om het onderwijs in te richten, dat was ook uitdrukkelijk de bedoeling van de wijzigingen die in 2007 doorgevoerd zijn. De handreiking die door de SLO gepubliceerd is (Schmidt, 2007), geeft voorbeelden van de inrichting van het onderwijs, het zijn geen voorschriften. In de praktijk lijkt er sterke sturing te zijn door de handreiking. Docenten noemen bijvoorbeeld 'project' als iets wat geschrapt zou moeten worden of juist versterkt. In feite schrijft het examenprogramma niet expliciet voor dat er projectmatig gewerkt moet worden, de handleiding legt sterk de nadruk op die interpretatie van domein D Toepassingen in samenhang.

Elke school is dus vrij om te beslissen wat de omvang van elk onderwerp zal zijn, de wijze van behandeling en welke onderwerpen buiten het examenprogramma om aangeboden worden. Ook differentiatie hoort uitdrukkelijk tot de keuze van de school, dat wil zeggen dat er voor bepaalde groepen meer of minder aandacht aan een onderwerp besteed kan worden of een andere aanpak gevolgd kan worden. In het huidige examenprogramma is wel de eis dat alle eindtermen onderwezen worden voor alle leerlingen die examen informatica doen. Als docenten aangeven dat ze bepaalde onderwerpen missen, zijn ze in feite vrij om die wel te behandelen. Onderwerpen die men zou willen schrappen moeten volgens de huidige voorschriften wel aan bod komen.

Deze vrijheid heeft voordelen voor docenten die graag hun eigen onderwijs inrichten. Als nadelen noemen docenten, maar ook andere deskundigen, het ontbreken van eenheid en de wisselende kwaliteit en geringe diepgang bij andere docenten. Ook geeft een aantal docenten aan graag meer structuur, meer sturing te willen. Vrijheid om het eigen curriculum in te richten klinkt mooi, maar vraagt veel van docenten.

Gezien de leeftijd van het examenprogramma gerelateerd aan de dynamiek van het vakgebied, de wens tot meer duidelijkheid in het examenprogramma, de wens tot duidelijke mogelijkheden

voor differentiatie en het gegeven dat een deel van het examenprogramma in de huidige praktijk niet lijkt te worden uitgevoerd, is herziening van het examenprogramma aan te bevelen. Die herziening zou een aantal aspecten betreffen.

1. Enkele onderwerpen zouden kunnen verdwijnen, nieuwe onderwerpen opgenomen.
2. Het programma geeft meer sturing als het differentiatie voorschrijft. Voorbeelden hiervan zijn:
 - differentiatie tussen havo en vwo, zoals bij andere vakken
 - differentiatie tussen M- en N-profielen opgenomen worden
 - onderscheid tussen een kerndeel en keuzeonderwerpen.
3. Een andere verschuiving die een aantal docenten graag zou zien, is een meer handelingsgericht examenprogramma. Ook daarover kan in de examenprogramma's meer duidelijkheid komen; zie als voorbeeld de eindterm over beheersing van algebraïsche vaardigheden in de examenprogramma's voor wiskunde.

“A5 - De kandidaat beheerst de bij het examenprogramma passende rekenkundige en algebraïsche vaardigheden en formules, heeft daar inzicht in en kan de bewerkingen uitvoeren met, maar ook zonder, gebruik van ICT-middelen zoals de grafische rekenmachine.”

Een kerndeel waarin enkele concepten opgenomen zijn die een langere levensduur hebben, verhoogt de lange termijnwaarde, een flexibel deel met contexten vergroot de mogelijkheden voor actueel en aantrekkelijk onderwijs op korte termijn.

4.5 Vakinhoud

Veel betrokkenen zijn van mening dat het informaticaonderwijs dient uit te gaan van contexten, waarbinnen concepten aan de orde komen. Ook vinden velen informatica bij uitstek een praktisch vak dat veel te bieden heeft aan andere vakken.

Andere voorstellen die naar voren komen zijn onder meer:

1. Meer diepgang, meer tijd voor bepaalde onderwerpen.
2. Maak afspraken over een vast kerndeel, basisonderwerpen die voor iedereen gelden, met daarnaast keuzeonderwerpen, in modules.
3. Meer variatie binnen het schoolcurriculum faciliteren. Daarbij wordt vaak leermateriaal in modules genoemd. Dat is overigens niet hetzelfde, ook onderwijs met modules kan star zijn. Modulair leermateriaal maakt flexibiliteit eenvoudiger te bereiken, echter zonder goede leerlijnen treedt snel verbrokkeling op.
4. Ontwikkeling van leerlijnen.
5. Criteria om te bepalen of een aanbod representatief en actueel is.
6. Een visitatienetwerk opzetten, gekoppeld aan een kwaliteitskeurmerk.

De eerste twee onderwerpen kunnen gefaciliteerd worden door wijzigingen in het examenprogramma. Het lijkt raadzaam om te komen tot een kern van concepten die iedere leerling moet kennen, mogelijk op verschillende niveaus.

Het derde en vierde item zijn voorbeelden van ontwikkeling van onderwijslesmateriaal en ondersteunende materialen en daarvoor is enige sturing gewenst. Dat kan in principe gebeuren door regionale steunpunten. De laatste twee onderwerpen hebben expliciet betrekking op een structuur voor kwaliteitsborging.

De docenten vinden het ook belangrijk dat in de onderbouw behoorlijk aandacht wordt besteed aan voorbereidende kennis en vaardigheden, in de vorm van een vak informatiekunde, van digitale geletterdheid, of via andere vakken. Leerlingen die naar de bovenbouw gaan zouden minimale kennis en vaardigheden moeten bezitten.

In theorie zou dit, zolang er geen regeling is voor de onderbouw, schoolintern opgelost kunnen worden, door eisen te stellen aan de digitale geletterdheid van leerlingen die het vak willen

volgen. De scholen zouden hierover zelf duidelijkheid kunnen bieden aan ouders en leerlingen of eventueel mogelijkheden creëren voor de beperkte groep leerlingen waar het om gaat om buiten het lesrooster om de nodige vaardigheden te verwerven.

4.6 Leermiddelen

Informatica is een zeer dynamisch vakgebied. Om aantrekkelijk te zijn voor leerlingen moet dat ook in de leermiddelen tot uiting komen. Dat wil zeggen dat op zijn minst een deel van de leermiddelen snel aangepast moet kunnen worden aan nieuwe ontwikkelingen. Docenten willen actueel onderwijs kunnen bieden, ze willen ook structuur, bijvoorbeeld door een vaste kern van onderwerpen en door het beschikbaar hebben van leerlijnen.

Ook hier wensen veel docenten goede mogelijkheden om de leerlingen praktisch bezig te laten zijn. Om aantrekkelijk informatica onderwijs te bieden is hands-on leren noodzakelijk; daarvoor is ook het regelmatig vernieuwen van hardware, software en overige infrastructuur noodzakelijk. Momenteel genereren de actoren binnen het informaticaonderwijs te weinig druk op uitgevers om hun methoden in de pas te laten lopen met het examenprogramma.

Zo wel in de huidige situatie als bij de inzet van modulair lesmateriaal is een vorm van kwaliteitsborging noodzakelijk. De ontwikkelingen bij NLT kunnen hier tot voorbeeld dienen; ook daar gaat het om een inhoudelijk dynamisch gebied, het onderwijs wil actueel zijn, en er moet een herkenbare lijn zijn. Er wordt met medewerking van docenten, hoger onderwijs, kennisinstituten en bedrijfsleven lesmateriaal ontwikkeld in de vorm van modules. Vanuit de NLT-community zijn leerlijnen ontwikkeld die digitaal beschikbaar zijn, evenals de modules. De regionale vaksteunpunten vormen een belangrijk focuspunt, ook voor bijscholing op regionaal niveau. Bij informatica is van dit alles nog geen sprake, terwijl het vak al langer bestaat dan NLT.

4.7 Toetsing

Dit onderwerp betreft zowel de vorm van het afsluitende examen als de kwaliteit. Het schoolexamen, de huidige vorm van eindtoets, bestaat uit een aantal toetsen die verschillend van vorm kunnen zijn. De school bepaalt zelf het toetsschema, de vorm van de toetsen, de weging, etc. De toetsing sluit aan bij het gegeven onderwijs (Biggs & Tang, 2011).

Een aantal keren noemen respondenten de mogelijkheid van een centraal examen. Dit wordt door zowel voor- als tegenstanders ter sprake gebracht.

Als redenen om voor een centraal examen te pleiten worden niet genoemd de kwaliteit, de toetsvorm, of de betere aansluiting bij het onderwijs. Redenen die wel genoemd worden, in de enquête, tijdens de interviews en de bijeenkomst van deskundigen, zijn:

- de verwachting dat er meer gelijkvormigheid tussen scholen zal komen
- uitoefenen van druk op de schooldirectie, de status van het vak binnen school
- selectie van leerlingen
- de status van het vak buiten de school.

Een centraal examen is niet de enige, noch per se de beste manier om deze doelen te bereiken. Het is bovendien goed mogelijk dat de voorstanders van een CE een voorkeur hebben voor een andere vorm van landelijke kwaliteitsborging. Dat is nog niet onderzocht.

Als redenen om tegen een centraal examen te zijn worden genoemd:

- vershraling van het vak
- ongeschiktheid van de in het CE gebruikelijke toetsvormen
- het is moeilijk om voor alle profielen een goed CE op te stellen
- verlies aan mogelijkheden om op de actualiteit in te gaan
- verlies aan mogelijkheden om met externe partners samen te werken.

Ervaringen met andere vakken laten zien dat een centraal examen, over een deel van de eindtermen of over alle eindtermen, zowel voor- als nadelen heeft. Enkele daarvan zijn de volgende:

- de extrinsieke motivatie van leerlingen om te werken voor het vak is vaak hoger
- het aantal leerlingen dat het vak kiest zal mogelijk verminderen
- de neiging om voor het centraal examen te werken, met verwaarlozing van andere aspecten van het vak, is groot
- de toetsvorm is beperkt, een aantal praktische vaardigheden zal waarschijnlijk niet in een centraal examen toetsbaar zijn
- de uitvoering verliest aan flexibiliteit, er is minder gelegenheid op de actualiteit in te gaan
- er komt meer eenheid in de leeropbrengst en in de uitvoering.

Wat betreft afsluiting door middel van een schoolexamen zijn verscheidene wensen geuit en ideeën geopperd:

- meer eenheid in de schoolexamens wat betreft format en kwaliteit
- voorbeeldtoetsen om een aanduiding van niveaus te hebben
- handreikingen voor andere toetsvormen dan schriftelijke
- voorbeelden van praktijk toetsen
- modules van een bepaalde omvang en iedere module met een toets (toetsen) af sluiten
- kwaliteitsborging, bijvoorbeeld door beoordelingscommissies.

Deze vormen van kwaliteitsverbetering en kwaliteitsborging van schoolexamens en van meer eenheid tussen scholen zijn goed uitvoerbaar. Enige vorm van centraal initiatief en sturing is wel nodig om het proces landelijk op gang te brengen. Regionale steunpunten kunnen bij de uitvoering betrokken worden. Bijscholing (niet vrijblijvend) speelt hierin een belangrijke rol.

4.8 Externe partijen

Docenten noemen in een aantal gevallen de samenwerking met regionale bedrijven die ze zeer op prijs stellen.

Ook zou men graag meer inbreng van of samenwerking met het hoger onderwijs zien, zowel wo als hbo.

De hbo-vertegenwoordigers bij de bijeenkomst van deskundigen noemen specifiek het belang van ketenbenadering en het belang van goede beeldvorming bij potentiële studenten. Wat betreft het wo lijkt er bij sommige docenten vwo enige spanning te bestaan tussen de wens leerlingen voor te bereiden op bepaalde studierichtingen, het ontbreken van belangstelling daarvoor bij universiteiten en de wens zoveel mogelijk leerlingen het schoolvak informatica te laten kiezen.

Aansluiting op het vervolgonderwijs krijgt een verschillende betekenis bij de diverse partijen. Voorbereiding op bepaalde studierichtingen van leerlingen lijkt voor het ho meer een kwestie van attitude en beeldvorming dan van inhoud. Docenten uiten soms hun teleurstelling over wat zij zien als gebrek aan belangstelling vanuit het ho, waardoor aansluiting bemoeilijkt wordt. Het is raadzaam voor een dynamisch vakgebied als informatica te streven naar structuren waarin scholen, docenten, bedrijven en ho samenwerken bij de realisering van het onderwijs. Dat biedt de beste mogelijkheden de beeldvorming bij leerlingen te verbeteren en het geeft goede mogelijkheden voor een kwaliteitsimpuls en kwaliteitsborging.

5. Conclusies

In dit hoofdstuk beantwoorden we de onderzoeksvragen, formuleren we keuzes ter adressering van de antwoorden op de onderzoeksvragen en geven we een drietal adviezen dat deze adressering een beleidsmatig kader biedt. Tot slot formuleren we knelpunten in het informaticaonderwijs en geven we mogelijke oplossingen.

5.1 Beantwoording onderzoeksvragen

De eerste onderzoeksvraag luidde:

- Wat is er nodig om bij het vak informatica in de bovenbouw van havo en vwo een actueel en aantrekkelijk onderwijsprogramma te realiseren?

'Actueel' interpreteren we hier als: het uitgevoerde onderwijs geeft een beeld van hedendaagse ontwikkelingen in informatica en van de rol van informatica in de maatschappij. Beide vormen van actualiteit zitten op dit moment onvoldoende in het huidige examenprogramma informatica. Vanuit een context-concept benadering (Bruning & Michels, 2013) bieden de contexten van informatica een goede mogelijkheid om stabiele informaticaconcepten (die nu de kern vormen van dat deel van het examenprogramma dat door de meeste docenten als zinvol wordt ervaren) actueel te houden.

Voor wat betreft 'aantrekkelijk' onderscheiden we drie perspectieven:

1. Aantrekkelijk voor *leerlingen* impliceert dat
 - a. het vak relevant is voor hun huidige belevingswereld;
 - b. het vak relevant is voor hun vervolgtraject na havo en vwo
 - c. en dat ze het vak met plezier volgen.
2. Aantrekkelijk voor *docenten* en *schoolleiding* betekent onder meer dat het programma goed onderwijsbaar en goed organiseerbaar moet zijn.
3. Aantrekkelijk voor de *buitenwereld*, kan worden onderverdeeld in:
 - a. *hoger onderwijs*; vanuit het hoger onderwijs wordt beeldvorming rondom informatica als nog belangrijker gekenschetst dan doorstroomrelevantie;
 - b. *bedrijfsleven* en *overheidsorganisaties*; het vak informatica is aantrekkelijk wanneer leerlingen of ICT-er worden of met ICT-ers leren samenwerken;
 - c. *maatschappij*; het vak informatica is aantrekkelijk voor de maatschappij, buiten het economisch perspectief, als het opleidt tot burgers die de mogelijkheden van ICT kunnen zien, en de problemen kunnen signaleren die daarmee samenhangen.

Uit het onderzoek komt duidelijk naar voren dat het huidige examenprogramma voor informatica niet voldoet aan de verwachte mate van actualiteit en aantrekkelijkheid, volgens de definities die we hierboven hebben gegeven. Evenmin als in de aangehaalde adviesrapporten (Gander et al., 2013; Kaczmarczyk & Dopplack, 2014; Lenstra et al., 2012) doen wij hier aanbevelingen over de exacte invulling van een examenprogramma informatica dat actueler en aantrekkelijker is dan het huidige. In geval van een herzieningsoperatie van dat examenprogramma is in dit rapport (zie de hoofdstukken 3 en 4) een behoorlijk aantal aanwijzingen te vinden.

De tweede onderzoeksvraag luidde:

- Als daarvoor een aanpassing van het examenprogramma noodzakelijk is, hoe omvangrijk moet die aanpassing dan zijn?

In principe biedt het huidige examenprogramma min of meer de vrijheid om het programma naar eigen wens in te richten. Een examenprogramma zou evenwel als een doel moeten hebben richting te geven aan de inhoud van het onderwijs.

Maar liefst een kwart van de respondenten in de enquête geeft aan weinig aan het examenprogramma te hebben, 38% wil minder of andere onderwerpen en slechts 36% geeft aan het examenprogramma goed te vinden; een deel van deze respondenten geeft aan juist de vrijheid in het programma op prijs te stellen. Deze vrijheid lijkt weer op gespannen voet te staan met de zeer duidelijke roep om kwaliteitsborging.

Er is een groot aantal suggesties gedaan ter verbetering van het examenprogramma, met als doel meer duidelijkheid en meer sturing voor de uitvoering van het onderwijs.

Een herziening van het examenprogramma is dus noodzakelijk als start van de gewenste verbetering en modernisering van het informaticaonderwijs. Dat is tevens een goede gelegenheid om onderscheid te maken tussen havo en vwo, aan te sluiten bij de context-conceptbenadering en een conceptuele kern te formuleren. De exacte mate van herziening is nog niet in te schatten. Het is mogelijk dat de conceptuele kern van het huidige examenprogramma goeddeels overeenkomt blijft en dat de contexten grondig worden herzien. Concluderend adviseren we dat een vernieuwingscommissie zich in de zeer nabije toekomst over de exacte herziening van het examenprogramma buigt, de resultaten die wij in hoofdstuk drie rapporteren daarbij meeneemt, zich realiserend dat ook een nieuw, actueel en aantrekkelijk examenprogramma pas richtinggevend en effectief kan zijn bij voldoende kwaliteitsborging.

5.2 Keuzes, adviezen en knelpunten voor informatica

Beleidsmatig handelen op basis van de antwoorden op de onderzoeksvragen roept een aantal keuzes op. Zoals opgemerkt in hoofdstuk 4 vallen die keuzes voor een deel buiten het strikte kader van de onderzoeksvragen. Maar om tot effectief beleid te komen zijn ze, gebaseerd op de gepresenteerde onderzoeksresultaten, zeker noodzakelijk: leerplankundige effectiviteit vraagt om inspanningen langs alle relevante dimensies van het curriculum (Thijs & Van den Akker, 2009). De belangrijkste keuzes formuleren wij hieronder en we voorzien iedere keuze van een advies.

Keuze 1: voor welke leerlingen?

Een van de eerste keuzes die gemaakt moeten worden voor elke curriculumherziening is de doelgroep die men voor ogen heeft, de beoogde leerlingenpopulatie. We onderscheiden twee mogelijkheden.

- De beoogde leerlingenpopulatie moet vooral breed zijn; informatica moet aantrekkelijk zijn voor zowel meisjes als jongens, in alle profielen.
- De beoogde leerlingenpopulatie moet vooral smal zijn, bijvoorbeeld leerlingen met een NT-profiel die mogelijk een studierichting in ICT gaan doen.

Zowel nationaal als internationaal is door onderzoeks- en adviescommissies benadrukt dat een zo breed mogelijk deel van de populatie moet kunnen profiteren van onderwijs in informatica. Het merendeel van de docenten, de groep geraadpleegde deskundigen en de commissie van de KNAW hebben voorkeur uitgesproken voor een brede doelgroep.

Een brede doelgroep impliceert een heterogene populatie. Om relevant onderwijs op niveau te bieden voor leerlingen met een verschillend profiel en verschillende interesses, is een programma met duidelijke mogelijkheden tot differentiatie noodzakelijk.

Er is tevens de terechte wens om nadruk te leggen op informatica als discipline voor een beperkte groep leerlingen die daar in geïnteresseerd is. Dat onderstreept de noodzaak van een programma met goede mogelijkheden tot differentiatie.

Advies 1

Geef opdracht tot herziening van het examenprogramma informatica. Dat examenprogramma moet gericht zijn op een brede doelgroep, met voldoende differentiatiemogelijkheden om leerlingen in havo en vwo, in elk van de vier profielen, actueel en aantrekkelijk onderwijs te bieden.

Keuze 2: een gedifferentieerd examenprogramma?

Moet in het examenprogramma differentiatie opgenomen worden of wordt differentiatie alleen door het lesmateriaal zichtbaar?

Een examenprogramma dient sturend te zijn voor de inhoud van het uitgevoerde onderwijs en voor de leermiddelen. Vastleggen in het examenprogramma van een gemeenschappelijke kern en enkele duidelijk verschillende mogelijkheden voor keuzes, geeft landelijk richting en biedt betere mogelijkheden meer eenheid in de uitvoering te brengen.

Advies 2

Geef opdracht tot het ontwerpen van examenprogramma's voor havo en vwo, met een beperkt aantal verplichte eindtermen voor alle leerlingen en een aantal eindtermen waaruit een keuze gemaakt moet worden, volgens bepaalde voorschriften. Dat geeft bovendien de mogelijkheid op het einddiploma te vermelden welke specialisatie de leerling gevolgd heeft.

Keuze 3: Een centraal examen?

Moet het eindexamen uit een centraal examen en een schoolexamen bestaan of alleen uit een schoolexamen?

Het invoeren van een centraal examen biedt als mogelijke voordelen een grotere mate van eenheid wat betreft de inhoud van het onderwijs en een hogere status voor het vak, zowel binnen als buiten de scholen. Deze doelen kunnen echter ook via andere middelen bereikt worden. Een meerderheid van de geraadpleegde partijen is van mening dat de mogelijke voordelen niet opwegen tegen de verwachte negatieve effecten van een centraal examen. Voorwaarde voor verbetering van het examen is een doordacht en goed uitvoerbaar systeem van kwaliteitsborging, zodat de resultaten van scholen vergelijkbaar zijn en er voor de buitenwereld meer duidelijkheid is over de wijze van toetsing en het niveau. Ook praktische toetsvormen zouden binnen dit systeem van kwaliteitsborging opgenomen moeten worden.

Advies 3

Behoud het karakter van schoolexamenvak.

Knelpunten

Hieronder beschrijven wij een aantal uit dit onderzoek naar voren gekomen knelpunten. Het belang van deze knelpunten is zodanig dat wij denken dat wanneer ze niet opgelost worden het vak informatica op termijn in gevaar zal komen.

Keuze 4: Bemoeienis met de kwaliteit van schoolexamens?

Het huidige examenprogramma laat ruimte voor een diffuse praktijk van het informaticaonderwijs. Voor de praktijk van examinering op de scholen is dat niet anders. Deze keuze hangt samen met die van keuze 3 over het al dan niet invoeren van een centraal examen.

Mogelijke oplossing

Initiatieven om schoolexamens van kwaliteitscriteria, liefst met landelijk draagvlak, te voorzien zullen voor het vak richtinggevend zijn. Wanneer docenten goed betrokken worden bij deze initiatieven, zal daarvan ook een professionaliseringsimpuls uitgaan.

Keuze 5: Bemoeienis met lesmaterialen?

Is het raadzaam tijdelijk op de ontwikkeling van modulair lesmateriaal te sturen of kan de ontwikkeling van lesmateriaal geheel aan de uitgevers en de vrijwillige inbreng van docenten over gelaten worden?

Hoewel ontwikkeling van lesmateriaal wat betreft vorm en inhoud voor verreweg de meeste vakken uitstekend aan uitgevers overgelaten kan worden, zijn er redenen om voor informatica deze vraag te stellen. Een vrij aanzienlijk deel van de docenten gebruikt gedeeltelijk of geheel eigen lesmateriaal buiten de lesmethodes. Er is vraag naar lesmateriaal in de vorm van modules, een vorm die goed past bij onderwijs dat moet kunnen differentiëren in een vakgebied waarin met grote snelheid nieuwe ontwikkelingen plaatsvinden en waarbij de aansluiting met vervolgopleidingen verbetering behoeft. Het voorbeeld van NLT laat zien dat het mogelijk is modulair lesmateriaal dat actueel en van goede kwaliteit is, te ontwikkelen. Voorwaarde is dat in de ontwikkelgroepen docenten voortgezet onderwijs, specialisten uit hoger onderwijs, van kennisinstituten en uit het bedrijfsleven een duidelijke rol hebben en dat er vanaf het begin een goed systeem van kwaliteitsborging is. In het geval van informatica kunnen de uitgevers, indien ze dat willen, in de ontwikkelgroepen betrokken worden. Bij de ontwikkeling van modules kan rekening gehouden worden met de door docenten gewenste en in de door de KNAW aanbevolen (Lenstra et al., 2012) samenwerking met andere vakken. Bij het gebruik van modules is de ontwikkeling van voorbeeldleerlijnen, waarbinnen modules passen, raadzaam als structurering voor docenten en leerlingen.

Mogelijke oplossing

Faciliteer de vorming van een werkgroep die een structuur uitwerkt voor de ontwikkeling van modulair lesmateriaal, gebruik makend van de recente ervaringen hiermee en rekening houdend met de specifieke kenmerken van informatica en wensen van informaticadocenten.

Keuze 6: Welke bijscholing en opleidingen?

Is het raadzaam maatregelen te stimuleren op het gebied van bijscholing van docenten? Docenten melden dat ze aan bijscholing deelnemen, maar de kwaliteit daarvan en de frequentie zijn niet duidelijk. Niet alle docenten verstaan hetzelfde onder bijscholing. Informaticadocenten zijn professionals die zich dus regelmatig moeten bijscholen. Voor de huidige groep informaticadocenten is een structuur van regelmatige gelegenheid tot kwalitatief goede bijscholing, regionaal en landelijk, noodzakelijk. Het bijscholingsaanbod dient aan kwaliteitscriteria te voldoen, docenten moeten gestimuleerd worden aan erkende bijscholingsactiviteiten deel te nemen, schoolleidingen moeten het belang van goede vakinhoudelijke bijscholing voor informaticadocenten erkennen en faciliteren.

Mogelijke oplossing

Maak bijscholing mogelijk en aantrekkelijk door het stimuleren van regionale netwerken van kwalitatief gewaarborgde bijscholingsactiviteiten, waarin hbo, wo en bedrijfsleven een rol hebben, bijvoorbeeld via de regionale vaksteunpunten. Beloon het regelmatig deelnemen aan gewaarborgde bijscholing.

Is het raadzaam de opleidingsmogelijkheden voor nieuwe docenten uit te breiden? Een tekort aan informaticadocenten bestaat al. Er zijn universitaire eerstegraads opleidingen die echter onvoldoende nieuwe docenten leveren. Voor docenten die hun tweedegraads

bevoegdheid uit willen breiden tot een eerstegraads is het traject te weinig flexibel en te langdurig. Hetzelfde geldt voor zij-instromers die een achtergrond in informatica hebben. Het zou de moeite waard zijn te verkennen of een combinatie van hbo en wo een grotere variatie aan mogelijkheden kan bieden voor een goede eerstegraads opleiding die beter aansluit bij de wensen en fysieke mogelijkheden van potentiële studenten.

Mogelijke oplossing

Zorg voor voldoende bevoegde en bekwame nieuwe docenten. Laat daartoe hbo en wo samenwerken in het aanbieden van eerstegraads opleidingen die flexibeler zijn en meer gericht op de vraag van potentiële studenten.

Literatuur

Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university* (4e editie) Maidenhead: McGraw-Hill International.

Bruning, L., & Michels, B. (2013). *Concept-contextvenster: Zicht op de wisselwerking tussen concepten en contexten in het bèta-onderwijs*. Enschede: SLO.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. R. B. (2007). *Research methods in education* (6th ed.). London, New York: Routledge.

Dirks, F., & Tolboom, J. (2000). CODI curriculum from the perspective of the teacher's practice. *Tinfor*, 9(3), 104-107.

Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2013). *The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?* Oxford: Oxford University.

Furber, S. (Ed.). (2012). *Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools*. London: The Royal Society.

Gander, W., Petit, A., Berry, G., Demo, B., Vahrenhold, J., McGettrick, A., et al. (2013). *Informatics education: Europe cannot afford to miss the boat*. Zurich: Informatics Europe & ACM Europe.

Gilster, P. (1997). *Digital literacy*. New York: John Wiley & Sons.

Grgurina, N., & Tolboom, J. (2007). *The Dutch secondary school informatics curriculum - Another "polder model," broad in scope, but not too deep?*, Boston: Northeastern University.

Grgurina, N., & Tolboom, J. L. J. (2008). *The first decade of informatics in Dutch highschools*. *Informatics in Education*, 7(1), 55-74.

Guerra, V., Kuhnt, B., & Blöchliger, I. (2012). *Informatics at school - Worldwide; An international exploratory study about informatics as a subject at different school levels*. Bern: Hasler Foundation.

i&i. (2012). *Informatica 2.0*. Verkregen 24 maart, 2014, van <http://www.informatica-academie.nl/>

Kaczmarczyk, L., & Dopplick, R. (2014). *Rebooting the pathway to success; preparing students for computing workforce needs in the United States*. New York: Association for Computing Machinery, Education Policy Committee.

Krathwohl, D. R. (2002). *A revision of Bloom's taxonomy: An overview*. *Theory into Practice*, 41(4), 212-218.

Lenstra, J. K., Barthel, P., Brock, E. O. de., Jong, F. M. G. de., Lagendijk, R. L., Oortmerssen, G. v., et al. (2012). *Digitale geletterdheid in het voortgezet onderwijs; Vaardigheden en attitudes voor de 21ste eeuw*. Amsterdam: KNAW.

Nationaal Onderwijsakkoord: *De route naar geweldig onderwijs*, (2013).

Papert, S. (1996). An exploration in the space of mathematics educations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 1(1), 95-123.

Saeli, M., Perrenet, J., Jochems, W. M., & Zwaneveld, B. (2012). Programming: Teachers and pedagogical content knowledge in the Netherlands. *Informatics in Education*, 11(1), 81-114.

Sahami, M., Danyluk, A., Fincher, S., Fisher, K., Grossman, D., Hawthorne, E., et al. (2013). Computer science curricula 2013: *Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in computer science*. New York: ACM.

Schmidt, V. (2007). *Vakdossier informatica 2007*. Enschede: SLO.

Singh, K., Allen, K., Scheckler, R., & Darlington, L. (2007). Women in computer-related majors: A critical synthesis of research and theory from 1994 to 2005. *Review of Educational Research*, 77(34).

Thijs, A. & Akker, J. van den (2009). *Curriculum in development*. Enschede: SLO.

Van Diepen, N., Perrenet, J., & Zwaneveld, B. (2011). Which way with informatics in high schools in The Netherlands? The Dutch dilemma. *Informatics in Education*, 10(1), 123–148.

Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

Zwaneveld, B., Perrenet, J. C., & Van Diepen, N. M. (2010). Positie van het vak informatica in havo/vwo. *Tijdschrift voor Didactiek der B-Wetenschappen*, 26(1), 1-12.

Bijlage 1 Examenprogramma informatica havo-vwo

Het eindexamen

Het eindexamen bestaat uit het schoolexamen.

Het examenprogramma bestaat uit de volgende domeinen:

Domein A Informatica in perspectief

Domein B Basisbegrippen en vaardigheden

Domein C Systemen en hun structurering

Domein D Toepassingen in samenhang.

Het schoolexamen

Het schoolexamen heeft betrekking op de domeinen A tot en met D, en indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.

De examenstof

Domein A: Informatica in perspectief

Subdomein A1: Wetenschap en technologie

1. De kandidaat kan de geschiedenis van informatica en ICT, de huidige toepassingen ervan en de perspectieven van de jongste ontwikkelingen beschrijven.

Subdomein A2: Maatschappij

2. De kandidaat kan beschrijven wat de rol is van informatica en ICT bij maatschappelijke ontwikkelingen zowel in het verleden als nu.

Subdomein A3: Studie en beroepsomgeving

3. De kandidaat kan vakspecifieke functies en taken beschrijven waarin informatici en ICT-ers werkzaam zijn en de rol van informatica/ICT bij vervolgopleidingen en beroepen in het algemeen. Hij kan inschatten in hoeverre de eigen capaciteiten en interesses hiermee overeenkomen.

Subdomein A4: Individueel

4. De kandidaat beheerst de vakspecifieke werkwijzen van informatici en ICT-ers, met name het werken in projectverband. Hij kan beschrijven welke ethische normen en waarden bij gebruik van informatica/ICT een rol spelen.

Domein B: Basisbegrippen en vaardigheden

Subdomein B1: Gegevensrepresentatie in een computer

5. De kandidaat kan gangbare digitale coderingen van gegevens beschrijven en toepassen.

Subdomein B2: Hardware

6. De kandidaat kan de functies van een computer benoemen, aangeven welke hardware en bijbehorende gangbare randapparatuur deze functies uitvoeren en de wisselwerking tussen deze functies beschrijven.

Subdomein B3: Software

7. De kandidaat beheerst eenvoudige datatypen, programmastructuren en programmeertechnieken.

Subdomein B4: Organisaties

8. De kandidaat kent globaal de organisatiestructuren van bedrijven. Hij kent de kenmerken van een projectorganisatie en kan aangegeven waarom bij grote wijzigingen van het informatiesysteem in een bedrijf vaak voor een projectorganisatie wordt gekozen.

Domein C: Systemen en hun structurering

Subdomein C1: Communicatie en netwerken

9. De kandidaat kan de topologische structuur en de communicatielagen van een netwerk benoemen en de bijbehorende kenmerken beschrijven. Ook kan hij een eenvoudig communicatieprotocol beschrijven en de elementen ervan onderscheiden. Tevens heeft hij zicht op aspecten van internetbeveiliging.

Subdomein C2: Besturingssystemen

10. De kandidaat kan van gangbare besturingssystemen de basisfuncties beschrijven met betrekking tot het beheer van de processortijd, het werkgeheugen, de dataopslagmedia, de randapparatuur en de toegangsrechten.

Subdomein C3: Systemen in de praktijk

11. De kandidaat kan de kenmerken van en verschillen tussen real-time systeem, kennissysteem, simulatiesysteem en embedded systeem benoemen.

Subdomein C4: Informatiesysteemontwikkeling

12. De kandidaat kan globaal de fasering van een systeemontwikkeltraject beschrijven met de te verrichten activiteiten en de producten.

Subdomein C5: Informatiestromen

13. De kandidaat kan informatiestromen beschrijven in een kleine organisatie.

Subdomein C6: Informatieanalyse

14. De kandidaat kan informatie en informatiebehoefte analyseren en het bijbehorende informatiemodel bouwen/aanpassen.

Subdomein C7: Relationele databases

15. De kandidaat kan de elementen van een relationeel schema benoemen en de

betekenis van de elementen beschrijven, en een informatiebehoefte omzetten in een opdracht in een vraagtaal voor een relationele database.

Hij kan de kenmerken en aspecten van databasemanagementsystemen beschrijven en voor specifieke systemen benoemen en gebruiken (alleen vwo).

Subdomein C8: Interactie mens-machine

16. De kandidaat kan mens-machine interactie bij informatiesystemen herkennen, de kenmerken ervan benoemen en keuzecriteria in het ontwerp van gebruikersdialogen benoemen en hanteren.

Subdomein C9: Systeemontwikkeltraject

17. De kandidaat kan van een eenvoudig systeemontwikkeltraject de voortgang beoordelen, een prototype testen, controleren of het eindproduct aan de specificaties van de opdrachtgever voldoet en beoordelen of het systeem aan de eisen en wensen voldoet vanuit het perspectief van de gebruiker.

Domein D: Toepassingen in samenhang

18. De kandidaat kan de methoden en technieken van projectmanagement en de projectmatige aspecten van systeemontwikkeling beschrijven.

Bijlage 2 Format enquête

1. Inleiding

Naar aanleiding van het KNAW rapport *"Digitale geletterdheid in het voortgezet onderwijs"* heeft het ministerie van OCW aan SLO gevraagd te onderzoeken wat er nodig is om het informatica onderwijs in de bovenbouw van havo en vwo aantrekkelijker te maken, zo mogelijk uitgaand van het bestaande examenprogramma. Binnen dat onderzoek krijgen alle informatica docenten in de bovenbouw havo/vwo de gelegenheid informatie in te brengen en hun mening te geven over de bestaande en gewenste praktijk, door middel van deze vragenlijst.

Binnen dat onderzoek krijgen alle informatica docenten in de bovenbouw havo/vwo de gelegenheid informatie in te brengen en hun mening te geven over de bestaande en gewenste praktijk, door middel van deze vragenlijst.

Alle informatie wordt vertrouwelijk behandeld, er worden geen gegevens over individuele scholen of docenten naar buiten gebracht, tenzij met instemming van de betrokkenen.

De vragenlijst is bestemd voor individuele docenten, als er meerdere docenten informatica op een locatie werken, graag per docent de vragenlijst invullen!

We hebben getracht de vragenlijst zo kort mogelijk te houden, rekening houdend met de informatie die we nodig hebben. U kunt het invullen onderbreken en later verder gaan, mits u de zelfde computer gebruikt.

Het invullen van de vragenlijst kost 15 à 30 minuten.

U kunt de vragenlijst invullen tot en met **24 november 2013**.

Met vriendelijk groeten,

Jos Tolboom en Jenneke Krüger

2. Gegevens school

NB De vragen met een rode asterisk * zijn verplicht.

*1. Over de school waar u les geeft

Schoolnaam en locatie:

Plaats van vestiging:

*2. Is er op de locatie waar u les geeft een afdeling havo?

☐ ja

☐ nee

*3. Is er op de locatie waar u les geeft een afdeling vwo?

☐ ja

☐ nee

***4. Geeft u op nog een andere schoollocatie informatica in de bovenbouw van havo of vwo?**

- ☐ ja
☐ nee

Indien ja, wat is de naam van de school?

***5. Informatiekunde en/of informatica staat in het rooster van:**
(meerdere antwoorden mogelijk)

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> de onderbouw | <input type="checkbox"/> 4 vwo |
| <input type="checkbox"/> 4 havo | <input type="checkbox"/> 5 vwo |
| <input type="checkbox"/> 5 havo | <input type="checkbox"/> 6 vwo |

3. Keuzevak informatica, havo en vwo

***6. Hoeveel leerlingen volgen in totaal het keuzevak informatica in 4 havo en 5 havo samen?**

- ☐ geen
☐ minder dan 10
☐ tussen 10 en 40
☐ tussen 41 en 60
☐ meer dan 60

4. Keuzevak informatica, havo en vwo

***7. Hoeveel leerlingen zitten in totaal in 4 havo en 5 havo samen, op de hele school?**

- ☐ minder dan 150
☐ tussen 150 en 500
☐ meer dan 500

***8. Hoeveel leerlingen volgen in totaal het keuzevak informatica in 5 vwo en 6 vwo samen?**

- ☐ geen
☐ minder dan 10
☐ tussen 10 en 40
☐ tussen 41 en 60
☐ tussen 61 en 90
☐ meer dan 90

5. Keuzevak informatica, havo en vwo

***9. Hoeveel leerlingen zitten in totaal in 4, 5 en 6 vwo samen, op de hele school?**

- ☐ minder dan 150
☐ tussen 150 en 500
☐ meer dan 500

***10. Hoeveel docenten geven informatica in de bovenbouw van havo en vwo op deze locatie?**

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3

6. Gegevens docent

***11. Bent u een vrouw of een man?**

- ☐ vrouw
☐ man

***12. Welke opleiding heeft u gevolgd om informatica in de bovenbouw havo/vwo te kunnen geven?**

(meerdere antwoorden mogelijk)

- ☐ Codi
☐ Universitaire lerarenopleiding
☐ Overige (geef nadere toelichting)

***13. Hoe veel jaar heeft u informatica gegeven in de bovenbouw van havo/vwo, inclusief tijd besteed aan stage?**

- ☐ minder dan 1 jaar
☐ tussen 1 en 3 jaar
☐ tussen 4 en 6 jaar
☐ meer dan 6 jaar

7. Professionalisering

***14. Hoe bleef u in de afgelopen twee jaar op de hoogte van de ontwikkelingen in uw vak?**

(meerder antwoorden mogelijk)

- ☐ Bijscholing
- ☐ Vakliteratuur
- ☐ Docentennetwerken
- ☐ Anders, nl:

15. Hoeveel tijd (in dagdelen) besteedt u per jaar ongeveer aan bijscholing?

dagdelen per jaar:

***16. Is het aanbod aan bijscholing naar uw mening voldoende?**

- ☐ ja
- ☐ nee

***17. Geeft u les in andere vakken dan informatica?**

- ☐ ja
- ☐ nee

8. Professionalisering

***18. In welk(e) ander(e) vak(ken) geeft u les?**

- | | | |
|--------------------------------------|---|--|
| <input type="checkbox"/> Wiskunde A | <input type="checkbox"/> NLT | <input type="checkbox"/> Management en organisatie |
| <input type="checkbox"/> Wiskunde B | <input type="checkbox"/> Scheikunde | <input type="checkbox"/> Maatschappijwetenschappen |
| <input type="checkbox"/> Wiskunde C | <input type="checkbox"/> Aardrijkskunde | <input type="checkbox"/> Nederlands |
| <input type="checkbox"/> Wiskunde D | <input type="checkbox"/> Bewegingsonderwijs | <input type="checkbox"/> Engels |
| <input type="checkbox"/> ANW | <input type="checkbox"/> CKV | <input type="checkbox"/> Frans |
| <input type="checkbox"/> Biologie | <input type="checkbox"/> Economie | <input type="checkbox"/> Duits |
| <input type="checkbox"/> Natuurkunde | <input type="checkbox"/> Geschiedenis | <input type="checkbox"/> Niet van toepassing |
| <input type="checkbox"/> Anders, nl: | | |

9. Huidige lesmethode

***19. Welke lesmethode(n) gebruikt u in havo?**

(percentages hebben betrekking op lestijd)

	0%	1% - 50%	51% - 100%
Informatica Actief	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Enigma	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fundament	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Anders, nl: (graag naast de naam ook de percentage vermelden)

***20. Welke lesmethode(n) gebruikt u in vwo?**

(percentages hebben betrekking op lestijd)

	0%	1% - 50%	51% - 100%
Informatica Actief	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Enigma	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fundament	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Anders, nl: (graag naast de naam ook de percentage vermelden)

10. Samenwerking

***21. Hebt u in de afgelopen drie jaar als informaticadocent met collega's van andere vakken samengewerkt?**

- ☐ nee
☐ ja, een enkele keer
☐ ja, een aantal keren

11. Samenwerking

***22. Om welke vakken ging het in de samenwerking?**

- | | | |
|--------------------------------------|---|--|
| <input type="checkbox"/> Wiskunde A | <input type="checkbox"/> NLT | <input type="checkbox"/> Management en organisatie |
| <input type="checkbox"/> Wiskunde B | <input type="checkbox"/> Scheikunde | <input type="checkbox"/> Maatschappijwetenschappen |
| <input type="checkbox"/> Wiskunde C | <input type="checkbox"/> Aardrijkskunde | <input type="checkbox"/> Nederlands |
| <input type="checkbox"/> Wiskunde D | <input type="checkbox"/> Bewegingsonderwijs | <input type="checkbox"/> Engels |
| <input type="checkbox"/> ANW | <input type="checkbox"/> CKV | <input type="checkbox"/> Frans |
| <input type="checkbox"/> Biologie | <input type="checkbox"/> Economie | <input type="checkbox"/> Duits |
| <input type="checkbox"/> Natuurkunde | <input type="checkbox"/> Geschiedenis | |

☐ Anders, nl:

***23. Met welke vakken zou een samenwerking met informatica wenselijk zijn?**

- | | | |
|--------------------------------------|---|--|
| <input type="checkbox"/> Wiskunde A | <input type="checkbox"/> NLT | <input type="checkbox"/> Management en organisatie |
| <input type="checkbox"/> Wiskunde B | <input type="checkbox"/> Scheikunde | <input type="checkbox"/> Maatschappijwetenschappen |
| <input type="checkbox"/> Wiskunde C | <input type="checkbox"/> Aardrijkskunde | <input type="checkbox"/> Nederlands |
| <input type="checkbox"/> Wiskunde D | <input type="checkbox"/> Bewegingsonderwijs | <input type="checkbox"/> Engels |
| <input type="checkbox"/> ANW | <input type="checkbox"/> CKV | <input type="checkbox"/> Frans |
| <input type="checkbox"/> Biologie | <input type="checkbox"/> Economie | <input type="checkbox"/> Duits |
| <input type="checkbox"/> Natuurkunde | <input type="checkbox"/> Geschiedenis | |
| <input type="checkbox"/> Anders, nl: | | |

12. Examenprogramma

***24. Kent u het examenprogramma voor informatica?**

- ☐ ja
- ☐ nee

13. Examenprogramma

***25. Wat vindt u van het examenprogramma?**

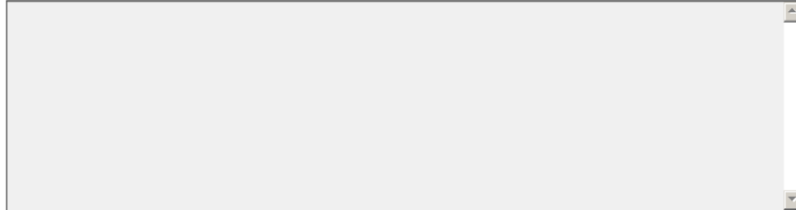
- ☐ goed
- ☐ ik mis onderwerpen
- ☐ er staan te veel onderwerpen in
- ☐ ik heb er weinig aan

14. Examenprogramma

***26. Welke onderwerpen uit het huidige programma zou u willen schrappen?**
(u vindt het examenprogramma [hier](#)).

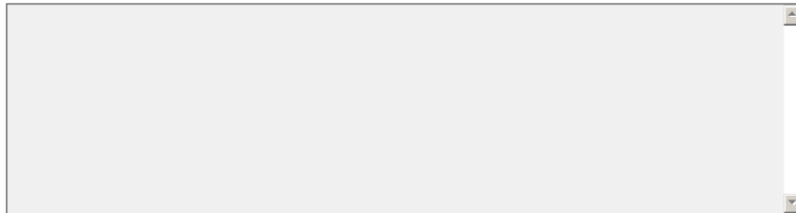
15. Examenprogramma

***27. Welke onderwerpen, vaardigheden en thema's, die nu ontbreken, zou u graag opgenomen zien in het examenprogramma informatica?**
(u vindt het examenprogramma [hier](#)).



16. Examenprogramma

28. De KNAW heeft een rapport gepubliceerd met adviezen over onder meer het vak informatica. Dat rapport vindt u [hier](#).
Welk advies zou u willen geven voor de herinrichting van het vak informatica in de bovenbouw van havo en vwo?



17. Examenprogramma

Een mogelijke omschrijving van Computational Thinking (CT) is:

"Computational Thinking is een denkwijze waarin iemand situaties herkent waar gegevensordening, -verwerking en -analyse nuttig ingezet kan worden en tevens de vaardigheden heeft om problemen te formuleren met behulp van informaticaconcepten en die problemen op te lossen met behulp van informatica technieken en -gereedschappen."

***29. Vindt u dat in uw huidige informatica onderwijs CT voldoende aan de orde komt?**

	Ja	Nee	Geen mening
Voor zover het de <u>denkwijze</u> betreft?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Voor zover het de <u>vaardigheid</u> betreft?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Indien u antwoord nee is, wat is volgens u een oorzaak van het gemis aan CT in uw onderwijs?



18. Afsluiting

***30. Mogen we contact met u opnemen voor een vervolgesprek?**

- ☐ ja
☐ nee

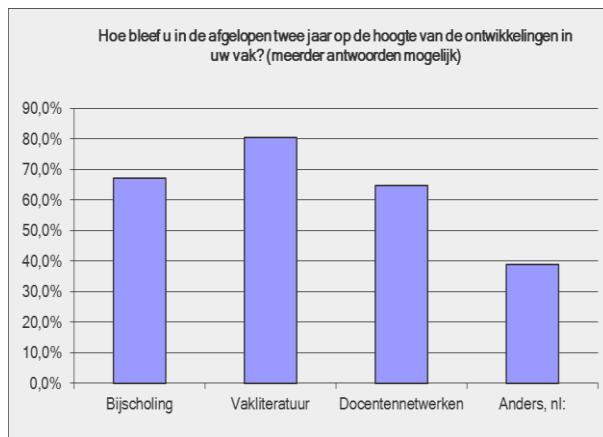
***31. Wilt u een rapport ontvangen over deze enquête?**

- ☐ ja
☐ nee

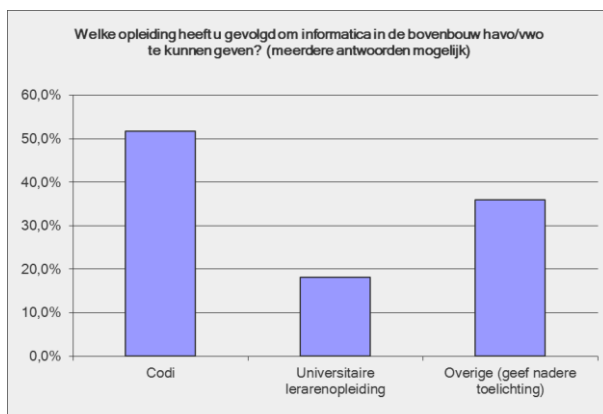
32. Vermeld hieronder uw contactgegevens indien u het rapport wilt ontvangen en/of we contact met u mogen opnemen.

Voornaam
Achternaam
E-mail adres

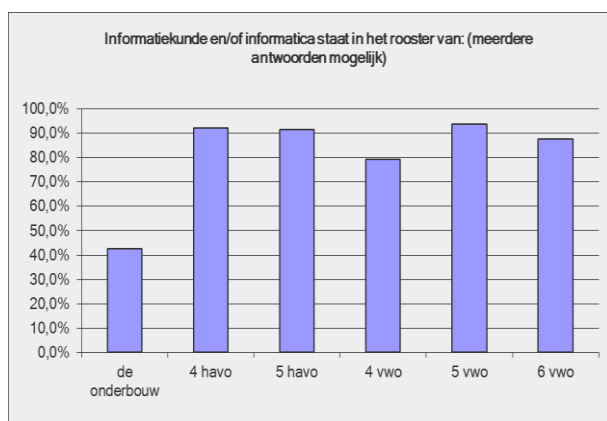
Bijlage 3 Figuren en tabellen



Figuur 1: Hoe docenten op de hoogte blijven van ontwikkelingen, n =170



Figuur 2: Vooropleiding van docenten informatica, n = 170



Figuur 3 De leerjaren waarin informatiekunde of informatica in het rooster staat, n = 178

Tabel 1: *Onderwijservaring van docenten Informatica, n = 170*

onderwijservaring	aantal	relatief
minder dan 1 jaar	7	4,1%
tussen 1 en 3 jaar	19	11,2%
tussen 4 en 6 jaar	38	22,4%
meer dan 6 jaar	106	62,4%

Tabel 2: *Het aantal leerlingen bij informatica in 4 havo en 5 havo samen, n = 168 (scholen)*

Aantal leerlingen	Aantal scholen	relatief
geen	9	5,4%
minder dan 10	8	4,8%
tussen 10 en 40	50	29,8%
tussen 41 en 60	49	29,2%
meer dan 60	52	31,0%

Tabel 3: *Aantal docenten per locatie, n = 168 (scholen)*

Aantal docenten	Aantal scholen	relatief
1	113	67,3%
2	48	28,6%
3	7	4,2%

Tabel 4: *Samenwerking met andere vakken, n = 169*

samenwerking	aantal docenten	relatief
nee	60	35,5%
ja, een enkele keer	57	33,7%
ja, een aantal keren	52	30,8%

Tabel 5: *Toelichting waarde examenprogramma, n = 169*

toelichting	aantal	relatief
ik heb er weinig aan	40	25,3%
er staan te veel onderwerpen in	24	15,2%
ik mis onderwerpen	37	23,4%
goed	57	36,1%

Tabel 6: *Te verwijderen subdomeinen, n = 167*

Subdomein	Titel	Aantal	Relatief
verwijderen			
Geen enkel		76	45,5%
B4	Organisaties	34	20,4%
C5	Informatiestromen	26	15,6%
C6	Informatieanalyse	17	10,2%
A3	Studie- en beroepsomgeving	12	7,2%
D	Toepassingen in samenhang	11	6,6%
C4	Informatiesysteemontwikkeling	10	5,6%
C3	Systemen in de praktijk	10	5,6%

Tabel 7: *Categorieën van toe te voegen onderwerpen*

Categorie	Voorbeelden uit enquête
(Systeem)architectuur	infrastructuur, processor, hardware
Fundamentele informatica	algoritmen, platform onafhankelijk programmeren, datastructuren, grondslagen, quantum computing
Software engineering	programmeeromgevingen, management van softwareprojecten, requirements engineering, testen, modelleren
Programmeren	OO-programmeren, apps programmeren, app ontwikkelen, load balancing, game-ontwikkeling
Operating systems	besturingssystemen, OS
Netwerken en communicatie	technieken voor het web, netwerken, servers, http, cloud
Mens-machine interactie	interfaces, design, augmented reality, user experience, (web)design, game design
Security	encryptie, cryptografie, internetsecurity, criminaliteit
Informatiemanagement	databases, data mining
Intelligente systemen	kunstmatige intelligentie, robotica
Graphics en visualisatie	grafische onderwerpen, 3D, animaties maken
Sociale en professionele aspecten	privacy, maatschappelijke impact, duurzaamheid, globalisering, cybercrime, ondernemerschap

Tabel 8: *Categorieën binnen Contexten en Algemeen*

Contexten	Omschrijving
Internet	Internet als netwerk van wereldwijd verbonden computers
Mobiele technologie	Draagbare computerapparatuur, eventueel ingebouwd in een ander apparaat; mobiele telefoons, smart phones, tablets, enzovoorts.
Sociale media	Methoden van uitwisseling in digitale communities zoals Facebook, Twitter, YouTube; manipulatiemogelijkheden.
Gaming	Digitale spellen, games bouwen
Anders	Andere contexten: technische toepassingen, bedrijven, etc.
<i>Algemeen</i>	Voorbeelden uit enquête
Niets	Niets toe te voegen aan het bestaande programma. NB: 'geen mening' wordt niet onderscheiden.
(Basis)vaardigheden ict	Bedienen van computers, werken met specifieke programma's of applicaties. Voorbeelden: Photoshop, besturingssoftware.
Moderniseren	Algemene wens om te moderniseren, bv door meer in te spelen op nieuwe ontwikkelingen in het vakgebied.
Digitale geletterdheid	Voorbeelden: computational thinking, kritische opstelling t.a.v. informatica
Vakoverstijgend	Aspecten die niet speciaal de informatica betreffen, inclusief attitude-aspecten. Voorbeelden: samenwerken, kritisch denken, probleemoplossend vermogen, 21st century skills.
Kleuring	Algemene nuanceringen en accenten. Voorbeelden: minder abstract, meer praktisch, meer diepgang, differentiëren, betere aansluiting op vervolgopleidingen.

Tabel 9: *Categorieën binnen Adviezen voor herinrichting van het vak informatica*

Categorie	Omschrijving
Positie	Positie van informatica (en verwante onderwerpen zoals digitale geletterdheid) in het schoolcurriculum.
Inhoud	Interne inhoudelijke aspecten van het schoolvak, zoals vakinhoud, didactiek, organisatie.
Afstemming	Afstemming en aansluiting van het schoolvak met externe aspecten, zowel binnen school als daarbuiten.
Docenten	Leraren, hun rol en hun opleiding
Toetsing	Wijze van toetsing en beoordeling.
Leermiddelen	Onderwijsmaterialen, methoden, hardware, enzovoorts.
Kwaliteit	Aspecten van kwaliteit en kwaliteitszorg van het onderwijs. NB. Deze zijn vaak genoemd in samenhang met een andere categorie, bv toetsing. In zulke gevallen worden beide categorieën toegepast.
Financiën	Financiële aspecten.
Instemming met KNAW	Uitgesproken instemming met het KNAW-advies. Die instemming kan expliciet verwoord zijn, of direct volgen uit het antwoord.
Algemeen	Opmerkingen die niet in een specifieke categorie passen.

Bijlage 4 Format interview

1. Welke keuzevakken biedt de school aan?
 1. Beperkingen van keuzen voor leerlingen
2. De huidige uitvoering:
 1. Wat vind je goed (noem 3 positieve voorbeelden)
 2. Wat vind je niet goed gaan, wat mankeert er aan het huidige examenprogramma (3 negatieve voorbeelden)
3. Samenwerking met andere vakken (informatica als synthetiserend vak vak)
 1. Met welke vakken werk je samen?
 2. Met welke vakken zou je willen/kunnen samenwerken?
4. Hoe zit het examenprogramma idealiter eruit?
 1. Wat staat jouw droomprogramma in de weg, gezien de huidige situatie. Bijv. vind je dat databases (o.i.d.) te veel aandacht krijgen?
5. Wat zijn idealiter de doelen van informaticaonderwijs?
 1. Feiten: wat moeten de leerlingen weten (wat moeten ze onthouden)
 2. Concepten: wat moeten ze begrijpen/snappen/inzicht hebben
 3. Procedures: wat moeten ze kunnen (doen)
 4. Metacognitie: attitudes/houding
6. Voor wie is dit vak idealiter?
 1. Is het geschikt voor alle leerlingen?
 2. Meerdere vormen van dit vak?
7. Vormgeving van het vak? (modulair of wat dan ook)
8. Wat nog meer?

Bijlage 5 Analyse van PTA's

	Respondent	R1	R2a (*)	R2b	R3	R4a	R4b	R5	R6 (*)
Eindterm									
A1: Wetenschap en technologie			x	x	x	x		x	x
A2: Maatschappij			x	x	x			x	x
A3: Studie en beroepsomgeving									
A4: Individu			x						x
B1: Gegevensrepresentatie in een computer		(x)	x				x		x
B2: Hardware		x	x	x	x	x	x	x	x
B3: Software		x	x	x	x	x	x	x	x
B4: Organisaties									x
C1: Communicatie en netwerken		x	x	x	x	x	x	x	x
C2: Besturingssystemen		x	x	x	x			x	x
C3: Systemen in de praktijk			x						x
C4: Informatiesysteemontwikkeling		x	x	x	x	x	x	x	x
C5: Informatiestromen									
C6: Informatieanalyse		x	x	x	x	x	x	x	x
C7: Relationale databases		x	x	x	x	x	x	x	x
C8: Interactie mens-machine			x		x		x	x	
C9: Systeemontwikkeltraject		x	x	x	x	x	x	x	x
D: Toepassingen in samenhang			x			x		x	x

(*) Toelichting: in PTA's van R2a en R6 is zijn de betrokken eindtermen expliciet vermeld bij onderdelen van schoolexamen.

Enkele PTA's vermelden onderwerpen waarvan de eindtermen niet of niet eenduidig zijn te herleiden:

R1: website maken met XHTML en CSS

R2a: website bouwen, auteursrecht

R2b: interactieve websites, internet of things (arduino)

R3: cryptografie, logica

R5: websites (HTML, CSS, javascript), interactieve websites met PHP, cryptografie, algoritmeik

SLO heeft als nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling een publieke taakstelling in de driehoek beleid, praktijk en wetenschap. SLO heeft een onafhankelijke, niet-commerciële positie als landelijke kennisinstelling en is dienstbaar aan vele partijen in beleid en praktijk.

Het werk van SLO kenmerkt zich door een wisselwerking tussen diverse niveaus van leerplanontwikkeling (stelsel, school, klas, leerling). SLO streeft naar (zowel longitudinale als horizontale) inhoudelijke samenhang in het onderwijs en richt zich daarbij op de sectoren primair onderwijs, speciaal onderwijs, voortgezet onderwijs en beroepsonderwijs. De activiteiten van SLO bestrijken in principe alle vakgebieden.

SLO

Piet Heinstraat 12
7511 JE Enschede

Postbus 2041
7500 CA Enschede

T 053 484 08 40
E info@slo.nl

www.slo.nl

slo